

# Procjena rizika operacija bespilotnog zrakoplova na području Grada Velike Gorice

---

Štefanović, Karlo

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:571521>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-12**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Transport and Traffic Sciences -  
Institutional Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**Karlo Štefanović**

**PROCJENA RIZIKA OPERACIJA BESPILOTNOG**  
**ZRAKOPLOVA NA PODRUČJU GRADA VELIKE GORICE**

**ZAVRŠNI RAD**

**Zagreb, 2018.**

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

## **ZAVRŠNI RAD**

**PROCJENA RIZIKA OPERACIJA BESPILOTNOG ZRAKOPLOVA NA  
PODRUČJU GRADA VELIKE GORICE**

**UNMANNED AIRCRAFT OPERATIONAL RISK ASSESSMENT IN THE  
AREA OF VELIKA GORICA CITY**

Mentor: doc. dr. sc. Goran Vojković

Student: Karlo Štefanović  
JMBAG: 0135235916

Zagreb, rujan 2018.

## Sažetak

Bespilotni zrakoplovi postaju svakodnevica velikog broja ljudi do čega je došlo prije tek nekoliko godina. Ubrzano usavršavanje i razvoj tehnologije jedan je od bitnih razloga tome. Uporaba bespilotnih zrakoplova više nije ograničena na svrhe za koje su bile izumljene prije nešto više od 150 godina. Danas ih mogu koristiti stručnjaci, službene osobe, ali i obični građani. Razumljivo je da to dovodi do problema vezanih uz izvođenje letenja, poštivanje pravila i pravnih okvira te zadovoljavanje potrebnih uvjeta. Zato je potrebno stvoriti što jasniju pravnu regulativu za bespilotne zrakoplove kako bi se brojni rizici sveli na minimum.

U ovom radu cilj je predstaviti pravne okvire koji su na snazi za bespilotne zrakoplove, predložiti poboljšanja pravnih regulativa s obzirom na nagli razvoj bespilotnih zrakoplova i procijeniti rizik operacija bespilotnih zrakoplova na području grada Velike Gorice na temelju matrica rizika i klasifikacije zračnog prostora prema Pravilniku o bespilotnim zrakoplovima.

**Ključne riječi:** bespilotni zrakoplovi, pravni okviri, procjena rizika

## Summary

Only a few years ago an unmanned aerial vehicles started becoming common appearance for people. Rapid upgrade and development of technology is one of the main factors for that. The usage of unamanned aerial vehicles is not anymore limited only for the purposes that it was invented for 150 years ago. Today, the unmanned aerial vehicles can be used by experts, officials, but also it can be used by ordinary citizens. It is understandable that this may lead to many problems connected with flight operations, compliance with rules and legal frameworks, and implementation of necessary conditions. To minimize numerous risks, it is necessary to create distinct legal regulations.

The main purpose of this paper is to present current legal frameworks that refer to procuration of unmanned aerial vehicles, and to propose (provide) improvements for this frameworks because of its rapid development. Furthermore, it is important to assess operational risks in the city of Velika Gorica based on the risk matrix and calssifications of airspace according to the Rulebook of the unmanned aerial vehicles

**Key words:** Unmanned aerial vehicle, legal frameworks, risk assessment

## Sadržaj

1. Uvod .....	1
2. Definicija i podjela bespilotnih zrakoplova .....	3
2.1. Podjela bespilotnih zrakoplova po namjeni .....	3
2.2. Podjela bespilotnih zrakoplova prema masi .....	5
2.3. Podjela prema području letenja .....	5
2.4. Ostale podjele.....	6
3. Pravna regulativa .....	7
3.1. <i>ICAO Circular 328 AN/190</i> .....	8
3.1.1. Regulatorni okviri ICAO-a.....	8
3.1.2. Pregled UAS-a .....	9
3.1.3. Licenciranje osoblja.....	11
3.2. Pravilnik o sustavima bespilotnih zrakoplova .....	12
4. Pouzdanost, osiguranje i rizici .....	15
4.1. Pouzdanost .....	15
4.2. Osiguranje .....	17
4.3. Rizici.....	18
5. Matrica procjene rizika bespilotnih zrakoplova .....	21
6. Procjena rizika na području grada Velike Gorice .....	24
7. Prijedlozi poboljšanja regulative .....	33
8. Zaključak.....	35
Popis literature .....	36
Popis slika.....	38
Popis tablica .....	40

# 1. Uvod

U samim počecima, bespilotni zrakoplovi prvenstveno su se koristili u vojne svrhe. Prve moderne bespilotne zrakoplove (Mastif) izradili su izraelski stručnjaci u svrhu nadgledanja neprijateljskih položaja 1970-ih godina. Mastif je bio prvi bespilotni zrakoplov koji je u realnom vremenu slao snimke, ometao neprijateljsku mrežu i služio kao mamac. Tijekom osamdesetih godina koristila su se dva načina upravljanja bespilotnih zrakoplova: autonomna kontrola leta i zapovjedno vođenje. Autnomona kontrola leta zahtjevala je da je ruta fiksna i unaprijed odedena, dok je zapovjedno vođenje leta koristilo radio vezu između pilota na zemaljskoj stanici i bespilotnog zrakoplova. Osamdesetih godina organizirajući faktor zapovjednog vođenja leta bio je radio link. Radio signali mogli su biti ometani raznim atmosferskim uvjetima, kvarom opreme ili elektronskim djelovanjem neprijatelja. Uvođenje satelita devedesetih godina rješilo je problem smetnji radio linku. Satelitska veza pružila je mogućnost upravljanja bespilotnim zrakoplovima iza horizonta. Zemaljska kontrolna stanica slala bi signal i upravljala bespilotnim zrakoplovom preko satelita. Danas, s naglim razvojem tehnologije, uvidjevši brojne prednosti bespilotnih zrakoplova sve više se počinju koristiti u civilne svrhe.

Porastom uporabe bespilotnih zrakoplova i razvojem tehnologije pojavljuju se i brojni novi rizici, brojne nove vrste bespilotnih zrakoplova veličine od svega nekoliko milimetara pa i do 40 metara. Danas, bespilotni zrakoplovi koriste se u brojne svrhe; od vojnih operacija, u svrhe civilne zaštite, za nadzor šuma, šumskih požara, službe spašavanja i sigurnosti, naftne industrije, pa do snimanja filmova. Također, mogu se koristiti kao poslovni alat te zamijeniti ljude na područjima koja mogu ugroziti ljudski život, npr. na pregledu dalekovoda ako je nastala neka šteta, na visokim ljestvama ili krovovima kuća.

Cilj ovog rada je, temeljem pravne regulative koja je trenutno na snazi u Republici Hrvatskoj, te zajedničkih okvira koje zadaje Međunarodna Agencija za Civilno Zrakoplovstvo ICAO, opisati uporabu bespilotnih zrakoplova u skladu sa zakonom od strane operatera, te predstaviti, procijeniti i definirati brojne rizike i opasnosti do kojih može dovesti korištenje bespilotnih zrakoplova na području grada Velike Gorice. Korišteni izvori podataka za izradu ovog rada su internetske stranice te stručna literatura. Naslov završnog rada je: Procjena rizika operacija bespilotnih zrakoplova na području grada Velike Gorice. Rad je podijeljen u osam cjelina.

Nakon uvoda, u drugom i trećem poglavlju obuhvaćene su podjele bespilotnih letjelica prema namjeni, masi, području letenja, ostale relevantne podjele te pravnu regulativu, odnosno djelovanje Agencije ICAO po pitanju bespilotnih zrakoplova te pravni okvir na snazi u Republici Hrvatskoj kao i djelovanje Hrvatske agencije za civilno zrakoplovstvo (CCAA) kao nadležnog tijela.

U četvrtom poglavlju riječ je o pouzdanosti, osiguranju i rizicima kao trima iznimno bitnim faktorima za operaciju svih vrsta letjelica.

Peto poglavlje definira procjenu rizika na način da ga se predstavlja kao mjernu jedinicu koja služi za njegovu kontrolu, identifikaciju, smanjenje i dokumentiranje. Također govori o matrici procjene rizika i matrici tolerancije rizika.

U šestom i sedmom poglavlju riječ je o primarnoj svrsi ovog rada, odnosno dana je procjena rizika operacija bespilotnih zrakoplova na području Velike Gorice na temelju klasifikacije područja izvođenja letenja te su u sedmom poglavlju dani prijedlozi poboljšanja regulative s obzirom na to da je Pravilnik o sustavima bespilotnih zrakoplova tek prvi Pravilnik napisan o bespilotnim zrakoplovima i moguća su brojna poboljšanja tog Pravilnika.

## 2. Podjela bespilotnih zrakoplova

Prema definiciji iz Pravilnika o sustavima bespilotnih zrakoplova, bespilotni zrakoplov je zrakoplov namijenjen izvođenju letova bez pilota u zrakoplovu, koji je ili daljinski upravljani ili programiran i autonoman.

U svom radu Bento (2008) navodi da se veličine bespilotnih zrakoplova mogu se protezati u rasponu od samo nekoliko milimetara (*micro UAV - Unmanned aerial vehicle*) do veličine zrakoplova s 40 m raspona (*Global Hawk*), kao što je prikazano na slikama 1. i 2. Iz tog razloga mora postojati i kategorizacija bespilotnih zrakoplova. Prema Jurić, Kolobarić i dr. (2016) trenutno u svijetu nisu usuglašeni kriteriji za podjelu bespilotnih zrakoplova, tako da ni ne postoji općeprihvaćena podjela bespilotnih zrakoplova.

Navode da među brojnim kriterijima za podjelu jedni od najvažnijih su: namjena, visina leta, operativna masa bespilotnih zrakoplova, maksimalan dolet, područje letenja, domet signala, te veličina bespilotnog zrakoplova.



**Slika 1.** Global Hawk



**Slika 2.** Micro UAV

### 2.1. Podjela bespilotnih zrakoplova po namjeni

Prema namjeni, Bento (2008) bespilotne zrakoplove dijeli na civilne (vatrogasni zadatci, policijsko praćenje ili istraživanje terena) i vojne (izviđanje i napad na ciljeve), a civilne na komercijalne i nekomercijalne.

Kao što je već spomenuto, kroz povijest bespilotne su se letjelice u većini slučajeva koristile u vojne svrhe, no s razvojem tehnologije počinju biti dio



svakodnevice. U civilne svrhe bespilotne letjelice se mogu koristiti u različite svrhe u poljoprivredi, fotogrametriji, industrijskoj proizvodnji, civilnoj zaštiti, upravljanju katastrofama, zaštiti okoliša, nadzorom policijskog djelovanja, obavještajnim službama, novinarstvom, komercijalnim djelatnostima, itd.

Po namjeni se mogu Govorčin i dr. (2012) dijele ih u četiri glavne kategorije:

1. mikro/mini
2. taktičke
3. strateške
4. bespilotni zrakoplovi s posebnom zadaćom

Danas se u civilne svrhe najčešće primjenjuju mini i mikro bespilotne letjelice s propelerima, tzv. dronovi. Razvojem tehnologija i pojeftinjenjem sustava za izvođenje letova bez pilota u zrakoplovu takvi sustavi su danas ekonomski prihvatljivi za razne namjene.

Mikro i mini bespilotni zrakoplovi su zrakoplovi koji lete na najnižim visinama. U Tablici 1. navedene su specifikacije i zahtjevi koje moraju ispunjavati mikro i mini bespilotni zrakoplovi, od njihove veličine, težine do visina i brzine kojima smiju letjeti.

**Tablica 1.** Specifikacija mikro i mini bespilotnih zrakoplova

<b>Specifikacija mikro i mini bespilotnih zrakoplova</b>		
<b>Specifikacija</b>	<b>Zahtjevi</b>	
	<b>Mikro</b>	<b>Mini</b>
<b>Veličina</b>	< 15 cm	duljina < 2 m raspon < 3m
<b>Težina</b>	100 g	< 10 kg
<b>Korisna nosivost</b>	20 g	1-2 kg
<b>Doseg signala</b>	1-5 km	1 - 10 km
<b>Trajanje leta</b>	60 min	60 - 120 min
<b>Visina</b>	<150 m	500 - 1500 m
<b>Brzina</b>	15 m/s	25 - 50 m/s

## 2.2. Podjela bespilotnih zrakoplova prema masi

Bespilotne zrakoplove možemo podijeliti prema operativnoj masi i prema maksimalnoj težini bespilotnog zrakoplova pri polijetanju (eng. *MTOW-Maximum Take-off Weight*). Prema MTOW bespilotne zrakoplove Arjomandi (2008) dijeli ih na:

- A. Super-teške letjelice –teže od 2000 kg (*X-45, Global Hawk, Predator*)
- B. Teške bespilotne letjelice –između 200 i 2000 kg (*Outrider, Fire Scout*)
- C. Srednje teške bespilotne letjelice – između 50 i 200 kg (*Raven, Phoenix, Tern, Mako*)
- D. Lagane bespilotne letjelice – između 5 i 50 kg (*ScanEagle, Manta, Skylark*)
- E. Minijaturne (male) bespilotne letjelice – lakše od 5 kg (*Wasp, Hornet*).

Operativna masa je zbroj suhe težine letjelice i težine goriva. Maksimalna dozvoljena operativna masa sustava bespilotnog zrakoplova je do i uključujući 150 kg. Na sustave operativne mase iznad 150 kg ne primjenjuje se EU regulativa. Bespilotne zrakoplove prema operativnoj masi Pravilnik o sustavima bespilotnih zrakoplova dijeli u 3 klase:

- 1. klasa do 5 kg
- 2. klasa od 5 kg do 25 kg
- 3. klasa od 25 kg do i 150 kg

Pomoću operativne mase možemo izračunati energiju bespilotnog zrakoplova. Bespilotni zrakoplov mora postići energiju veću od 79J kako bi se na njega primjenjivale odredbe Pravilnika o sustavima bespilotnih zrakoplova.

## 2.3. Podjela prema području letenja

Isti Pravilnik područja letenja dijele se na četiri klase, u odnosu na izgrađenost, naseljenost i prisutnost ljudi,:

- 1. Klasa I – Područje u kojem nema izdignutih građevina ili objekata i u kojem nema ljudi, osim rukovatelja i osoblja koje je nužno za letenje.
- 2. Klasa II – Područje u kojem postoje pomoćni gospodarski objekti ili građevine koje nisu namijenjene za boravak ljudi i u kojem nema ljudi, osim rukovatelja i osoblja koje je nužno za letenje. Dozvoljen je samo povremeni prolazak, bez zadržavanja, ljudi kroz područje (biciklisti, šetači i sl.).
- 3. Klasa III – Područje u kojem postoje građevine ili objekti primarno namijenjeni za stanovanje, poslovanje ili rekreaciju (stambene zgrade, stambene kuće, škole, uredi, sportski tereni, parkovi i slično).
- 4. Klasa IV – Područje uskih urbanih zona (središta gradova, naselja i mjesta).

Prije letačkih operacija trebalo bi provesti njihovu kategorizaciju koju propisuje Pravilnik. Kategorija letačkih operacija se određuje razinom rizika kojom bi izvođenje

te operacije predstavljalo za okolinu, a dijeli se u četiri skupine : A, B, C i D, vidljive u Tablici 2.

U tablici 2. oznaka OM predstavlja operativnu masu zrakoplova. Kategorija A predstavlja operacije s minimalnom opasnosti, dok kategorija D predstavlja operacije maksimalnom opasnosti.

**Tablica 2.** Kategorije letačkih operacija

Dodatak 1 - Kategorije letačkih operacija

Klasa sustava bespilotnog zrakoplova	Klasa područja izvođenja letenja			
	I Neizgrađeno područje	II Izgrađeno nenaseljeno područje	III Naseljeno područje	IV Gusto naseljeno područje
<b>5</b> OM < 5 kg	A	A	B	C
<b>25</b> 5 ≤ OM < 25 kg	A	B	C	D
<b>150</b> 25 ≤ OM ≤ 150 kg	B	C	D	D

## 2.4. Ostale podjele

Jurić, Kolobarić i dr. (2016) prema visini leta, težini pri polijetanju i maksimalnom doletu bespilotne letjelice dijele na:

- I) kategorija 1: masa do 1 kg,  
visina leta do 50 m iznad površine (engl. *AGL – Above Ground Level*), dolet do 150 m
- II) kategorija 2: masa veća od 1 kg do 5 kg,  
visina leta do 150 m AGL,  
dolet do 500 m
- III) kategorija 3: masa veća od 5 kg do 20 kg,  
visina leta do 300 m AGL,  
dolet do 2500
- IV) kategorija 4: masa veća od 20 kg,  
visina leta veća od 300 m AGL,  
dolet veći od 2500 m.

Po načinu kontrole i upravljanja Vindiš (2014) bespilotne letjelice dijeli na:

1. autonomne sustave,
2. sustave samoupravljanja,
3. sustave upravljanja po radarskom ili radio snopu (sustav telenavođenja),
4. sustave telekomandnog upravljanja i
5. kombinirane sustave (autonomni, neautonomni).

### 3. Pravna regulativa

Međunarodna organizacija za civilno (eng. *ICAO - International Civil Aviation Organization*), koja ima 192 države članice, do sada nije razvila standarde i preporučene prakse (eng. *SARPS – Standards and Recommended Practices*). Međutim, širenjem civilne uporabe bespilotnih zrakoplova uvidjeli su se brojni rizici i opasnosti koje bi se mogle pojaviti.

Bespilotni zrakoplovi težine ispod 150 kg su u nadležnosti regulative država članica EU (*European Aviation Safety... 2015*). Samim time različite države su ovu oblast regulirale na različite načine. Različite države su izdale Pravilnike kojima je definiran način kako, tko, gdje, zašto se, te u kakvim uvjetima se mogu, odnosno ne mogu koristiti bespilotni zrakoplovi da ne bi došlo do preplavljenosti zračnog prostora kao prikazano na slici 3.



**Slika 3.** Preplavljenost zračnog prostora

Primjerice u Republici Hrvatskoj je na snazi Pravilnik o sustavima bespilotnih zrakoplova iz 2015. godine koji je sveobuhvatno definirao pitanja poput: primjene, klasifikacije bespilotnih zrakoplova kojima se izvode letačke operacije, klasifikacije područja letenja, kategorizacije letačkih operacija, letenja zrakoplovnim modelom, obveznog osiguranja uporabe radio-frekvencijskog spektra, označavanju bespilotnog zrakoplova, pravila letenja, izvođenje letačkih operacije i obveze operatora. Europska agencija za sigurnost zračnog prometa (eng. *EASA - European Aviation Safety Agency*) predviđa je da buduća regulativa EU o letjelicama ukine postojeće ograničenje od 150 kg te da se odnosi na sve bespilotne letjelice.

## 3.1. ICAO Circular 328 AN/190

Svrha ICAO *Circulara* Unmanned Aircraft Systems (2011) je sljedeća:

1. pripremiti države o integriranju UAS-a u neseგრerirane zračne prostore i na aerodrome
2. uzeti u obzir temeljne razlike u odnosu na zrakoplovstvo s posadom koje bi uključivala takva integracija
3. poticati države da pomognu u razvoju ICAO politike o UAS-ima pružajući informacije o vlastitim iskustvima

Prvi sastanak ICAO-a o bespilotnim zrakoplovima održao se u Montrealu 23. i 24. ožujka 2006. godine. Cilj prvog sastanka je bio utvrditi potencijalnu ulogu ICAO-a u regulacijskom razvoju bespilotnih zrakoplova. Na sastanku je dogovoreno da postoji potreba za usklađivanjem pojmova, strategija i načela u odnosu na regulatorni okvir i da bi ICAO trebao djelovati kao žarišna točka.

Na drugom sastanku u siječnju, 2007. godine na Floridi je dogovoreno da bi ICAO morao koordinirati strateški razvoj dokumenta koji bi vodio regulatorni razvoj bespilotnih zrakoplova. Iako je neobvezujući, dokument će se koristiti kao osnova za razvoj propisa od strane različitih država i organizacija. Ti regulatorni materijali razvijeni od strane država i organizacija mogu se predložiti za uključivanje u smjernice ICAO dokumenta. Dokument bi onda poslužio kao osnova za postizanje konsenzusa u kasnijem razvoju SARP-ova. Na ovom sastanku je također određeno da bi da će se predmet nazivati bespilotni zrakoplovni sustavi (eng. *UAS-Unmanned aircraft system*).

### 3.1.1. Regulatorni okviri ICAO-a

Prema drugom poglavlju ICAO *Circulara* 328 AN/190 ICAO razlikuje brojne kategorije zrakoplova, među kojima su baloni, jedrilice, avioni i rotorcrafti. Također, zrakoplove koji mogu sletjeti na kopno, more ili amfibijske zrakoplove. Bez obzira je li zrakoplov bespilotan ili s posadom to ne utječe na njegov status zrakoplova. Svaka kategorija zrakoplova u budućnosti će vjerojatno imati svoju bespilotnu verziju. Ova točka je ključna za sva daljnja pitanja koja se odnose na UAS-e i pruža osnovu za rješavanje plovbenosti, licenciranja osoblja, standarda razdvajanja, itd. Glavni cilj regulatornog okvira je postizanje i održavanje što je moguće veće razine sigurnosti.

U slučaju bespilotnih zrakoplova, to znači osigurati sigurnost bilo kojeg korisnika zračnog prostora, kao i sigurnost osoba i imovine na terenu. Identificiranje glavnih razlika između zrakoplova s posadom i bez posade prvi je korak prema

razvoju regulatornog okvira koji će minimalno osigurati ekvivalentnu razinu sigurnosti za integraciju UAS-a u nesegregirani zračni prostor i na aerodromima.

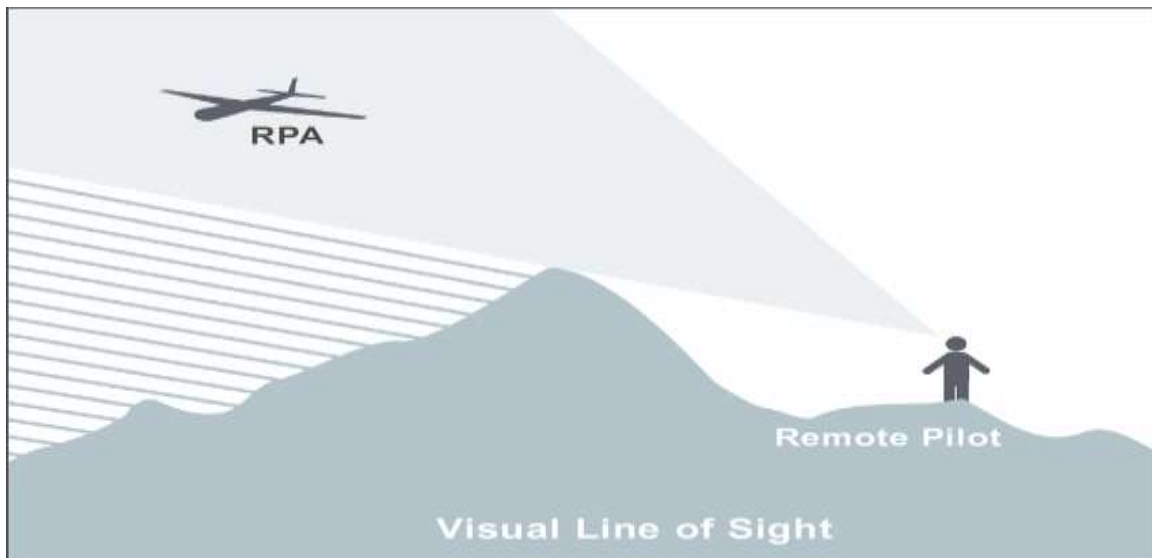
Prema članku 8. Konvencije o međunarodnom civilnom zrakoplovstvu potpisanom u Chicagu niti jedan zrakoplov koji može letjeti bez pilota ne smije letjeti preko teritorija ugovorne države bez posebnog odobrenja te države i sukladno uvjetima takvog odobrenja. Operatori i davatelji usluga su odgovorni za uspostavljanje sustava upravljanja sigurnošću (eng. *SMS-Safety Management System*). Države pod SSP-om (eng. *SSP - State Safety Programme*) su odgovorne za prihvaćanje i nadzor SMS-a. Pod odgovornost države spada sigurno uvođenje UAS-a u zrakoplovni sustav. Još jedna od temeljnih procjena ICAO-a je da bespilotni zrakoplovi za predvidiv dio budućnosti neće imati putnike na zrakoplovu za naknadu.

### 3.1.2. Pregled UAS-a

Prema trećem poglavlju ICAO Circulara 328 AN/190 civilno tržište za UAS već postoji. Svako značajno proširenje će ovisiti o razvoju i certificiranju tehnologije potrebne za sigurnu i besprijekornu integraciju daljinski upravljanih zrakoplova (eng. *RPA - Remoted Piloted Aircraft*) u nesegregirani zračni prostor.

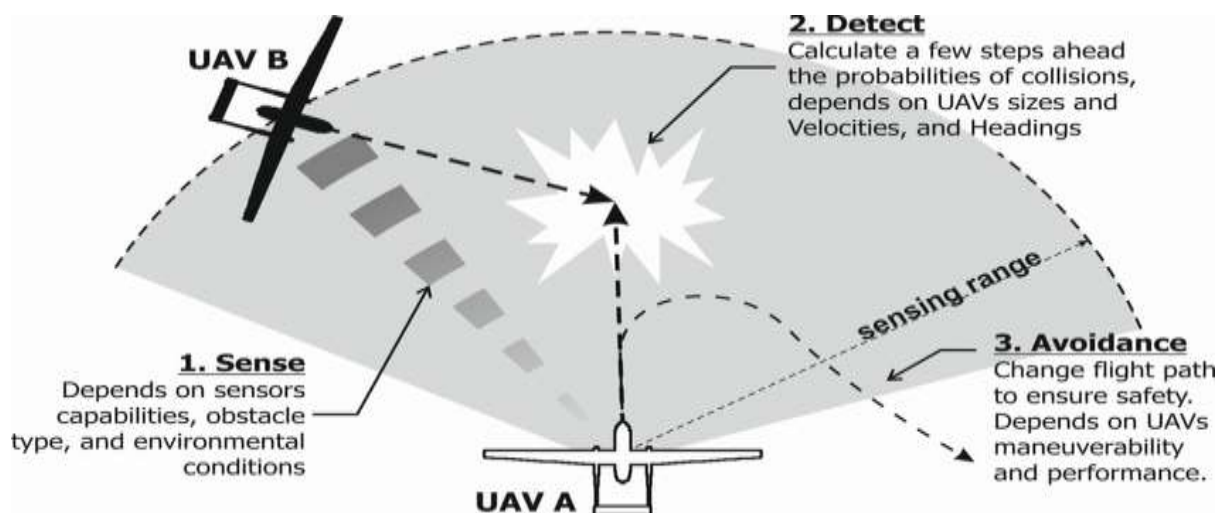
RPA je zrakoplov kojim upravlja licencirani "daljinski (udaljeni) pilot" situiran na "udaljenoj pilotskoj stanici" koja se nalazi izvan zrakoplova, pilot pomoću daljinskog upravlja zrakoplovom u svakom trenutku leta i može odgovoriti na instrukcije zadane od strane kontrole letenja, komunicira putem glasovnih ili podatkovnih veza kako je prikladno za zračni prostor ili operaciju koju bespilotni zrakoplov obavlja i ima direktnu odgovornost za vođenje zrakoplova tijekom leta.

RPA može posjedovati razne vrste autopilotske tehnologije, ali u svakom trenutku operater može intervenirati u upravljanju letom bespilotnog zrakoplova. Jedno od glavnih ograničenja za male civilne bespilotne zrakoplove je da uvijek moraju biti u vidljivom području, kao što je prikazano na slici 4., osobi/operateru koji upravlja bespilotnim zrakoplovom. RPA koji koriste vizualnu liniju vidljivosti (eng. *VLOS-visual line of sight*) kao osnovnu navigaciju ne trebaju imati posadu ili sposobnost da napravi instrumentalni prilaz. Operacije takvih zrakoplova se obično provode u vizualnim meteorološkim uvjetima (eng. *VMC- Visual Meteorological Conditions*) kako bi se osiguralo da pilot koji upravlja daljinskim može kontinuirano i izravno promatrati RPA i njegovo okruženje.



**Slika 4.** Vizualna linija vidljivosti bespilotnog zrakoplova

U radu Unmanned Aircraft Systems (2011, ICAO) navodi se da je pilot koji upravlja zrakoplovom odgovoran za otkrivanje i izbjegavanje mogućih sudara i ostalih opasnosti. Isti zahtjevi postoje za pilote koji upravljaju RPA zrakoplovima. Tehnologija na RPA zrakoplovima mora osigurati “daljinskom” pilotu dostatno znanje o okruženju bespilotnog zrakoplova kako bi on mogao ispuniti svoje odgovornosti. Slika 5. prikazuje način na koji bespilotni zrakoplovi detektiraju i izbjegavaju prepreku. Ovisno o mogućnostima senzora bespilotni zrakoplov detektira prepreku, zatim izračuna kolika je vjerojatnost da će doći do sudara (ovisi o veličini UAV-a, brzini i *headingu*) i na kojoj udaljenosti bi se mogao dogoditi, te na kraju promijeni smjer leta kako bi osigurao sigurnost.



**Slika 5.** Otkrivanje i izbjegavanje prepreka bespilotnih zrakoplova

Ovisno o vrsti i mjestu operacija koje će RPA provesti, to bi moglo uključivati sposobnost za:

- a) prepoznavanje i razumijevanje aerodromskih znakova, oznaka i rasvjete;

- b) prepoznaju vizualne signale (npr. presretanje);
- c) identificirati i izbjeći teren;
- d) prepoznati i izbjeći teške vremenske uvjete;
- e) održavanje primjenjive udaljenosti od oblaka;
- f) osigurati "vizualno" odvajanje od drugih zrakoplova ili vozila; i
- g) izbjegavati sudare.

### 3.1.3. Licenciranje osoblja

Sedmo poglavlje ICAO Circulara 328 AN/190 govori o licenciranju osoblja. Prema Annexu 1 licenciranje osoblja utvrđuje minimalne standarde obuke, treninga i licenciranja zrakoplovnog osoblja koji sudjeluju u međunarodnom zračnom prometu. Udaljeni piloti i članovi udaljene posade moraju biti osposobljeni i licencirani u skladu s Annexom 1.

Na slici 6. je prikazana dozvola za upravljanje bespilotnim zrakoplovom u Americi. Izdavanje licenci u skladu s člankom 32. Čikaške konvencije osigurava državnom registru mjere nadzora unutar kojih su uključeni i pod kojim uvjetima, kao zrakoplovna posada ili na održavanju zrakoplova koji rade na međunarodnoj razini. Uvođenje RPA operacija dovodi posve novu dimenziju licenciranja za udaljene pilote i ostale članove udaljene posade budući da su izvan okvira članka 32. Čikaške konvencije. Prvo od brojnih pitanja je da li je udaljeni pilot prvenstveno povezan s RPA ili s udaljenom pilotskom stanicom. Ako se odluči da je prvenstveno povezan s udaljenom pilotskom stanicom onda se dolazi do zaključka da je država u kojoj je udaljena pilotska stanica važnija od registarske države RPA i da će ona odobriti licencu. U oba slučaja RPA i udaljena pilotska stanica će se smatrati kao ovlaštena jedinica za izdavanje dozvola.

RPA koji djeluje na međunarodnoj razini je drugačiji i razlikuje se od operacija koji izvode zrakoplovi s posadom na brojne načine. Licenca za udaljenog pilota će biti izdana osobi koja neće biti u zrakoplovu u trenutku kada zrakoplov sleti u stranu državu, tako da vlasti u odredišnoj državi neće imati izravan kontakt s udaljenim pilotom i članovima udaljene posade. Zahtjevi za licenciranje i osposobljavanje će biti slični onima za zrakoplove s posadom i uključivat će zrakoplovno znanje i operativne komponente. Posebne prilagodbe će biti potrebne s obzirom na jedinstvenu prirodu i karakteristike udaljene pilotske stanice i RPA aplikacija, tipa zrakoplova (npr. avion ili helikopter). U tom kontekstu trebale bi postojati kvalifikacije za određenu kategoriju udaljene posade (npr. VLOS helikopter) koje su znatno drugačije od onih koje se odnose na tradicionalno zrakoplovstvo s posadom unutar zrakoplova. UAS neće utjecati na licenciranje kontrolora zračne plovidbe. Međutim kada se uvede UAS u ATC (eng. *ATC-Air Traffic Control*) okruženje, potrebno je dodatno osposobljavanje osoblja ATC-a za različite karakteristike UAS-a poput performansi, ponašanja, komunikacije, operativnih ograničenja i hitnih situacija.





**Slika 6.** Dozvola za upravljanje bespilotnim zrakoplovom u Sjedinjenim Američkim Državama

### 3.2. Pravilnik o sustavima bespilotnih zrakoplova

Pravilnikom o sustavima bespilotnih zrakoplova (Narodne novine, br. 49. od 6. svibnja 2015. godine) propisuju se opći, tehnički i operativni uvjeti za sigurnu uporabu bespilotnih zrakoplova, sustava bespilotnih zrakoplova i zrakoplovnih modela te uvjeti kojima moraju udovoljavati osobe koje sudjeluju u upravljanju tim zrakoplovima i sustavima.

Pravilnik se odnosi na sve bespilotne zrakoplovne sustave operativne mase do i uključujući 150 kg koji se koriste u Republici Hrvatskoj.

Prvim dijelom Pravilnika određuju se opće odredbe. Članak broj 1 se odnosi na područje primjene bespilotnih zrakoplova. Odredbe ovoga Pravilnika ne primjenjuju se na sustave bespilotnih zrakoplova kada se koriste za državne aktivnosti (vojne, policijske, sigurnosno-obavještajne, carinske, potrage i spašavanja, gašenja požara, obalne straže i slične aktivnosti ili službe). Odredbe ovoga Pravilnika također se ne primjenjuju na bespilotne zrakoplove pod uvjetom da ne mogu postići kinetičku energiju veću od 79 J i ne primjenjuju se na sustave bespilotnih zrakoplova kada se koriste u zatvorenom prostoru. Bespilotni zrakoplovi se mogu vrlo lako nabaviti ili izraditi, te postoji mogućnost preplavljenosti zračnog prostora. Zbog toga je potrebno registrirati svaki bespilotni zrakoplov i regulirati njegovu uporabu.

U prvom dijelu Pravilnika također se nalaze pravila o označavanju bespilotnih zrakoplova. Bespilotni zrakoplovi koji se koriste za izvođenje letačkih operacija kao i zrakoplovni modeli operativne mase veće od 5 kg moraju biti označeni identifikacijskom negorivom pločicom, a bespilotni zrakoplovi operativne mase manje od 5 kg koji se koriste u letačkim operacijama prihvatljivo je da se označe identifikacijskom naljepnicom umjesto negorivom pločicom. Označavanje bespilotnog zrakoplova koji se koristi za izvođenje letačkih operacija mora izvršiti operator, dok označavanje zrakoplovnog modela mora izvršiti vlasnik. Identifikacijska

negoriva pločica ili naljepnica mora biti odgovarajuće veličine koja omogućuje jasnu identifikaciju i mora biti postojanim načinom pričvršćena. Identifikacijska oznaka mora sadržavati identifikacijski broj, te ime, adresu i informacije za kontakt operatora ili vlasnika.

Drugi dio Pravilnika govori o Pravilima letenja, odnosno o općim uvjetima za letenje bespilotnih zrakoplova. Širenjem civilne uporabe bespilotnih zrakoplova pojavile su se mnoge opasnosti, zabilježene su brojne uporabe bespilotnih zrakoplova diljem svijeta koje nisu u skladu sa zakonima poput zakona o zaštiti osobnih podataka i kojima su čak i ugrožavani ljudski životi. Zakoni su doneseni prvenstveno zbog sigurnosti ljudi čiji bi život mogao biti ugrožen uporabom bespilotnih letjelica. Prema drugom dijelu Pravilnika rukovatelj mora osigurati da se let bespilotnog zrakoplova izvodi na način da ne predstavlja opasnost po život, zdravlje ili imovinu ljudi zbog udara ili gubitka kontrole nad sustavom bespilotnog zrakoplova i da ne ugrožava ili ne ometa javni red i mir.

Također let bespilotnog zrakoplova se mora odvijati danju izvan kontroliranog zračnog prostora, nekontrolirani zračni prostor je do 300 m iznad terena, izvan kontroliranih zona.(osim ako operator nije dobio odobrenje o posebnom korištenju zračnog prostora od nadležne kontrole zračnog prostora) na udaljenosti najmanje 3 km od aerodroma i prilazne ili odlazne ravnine aerodroma, osim u slučaju kada su posebno predviđene procedure za letenje bespilotnih zrakoplova definirane naputkom za korištenje aerodroma. Prije početka leta rukovatelj se mora uvjeriti da je bespilotan zrakoplov ispravan, da je sva oprema pravilno pričvršćena, da su meteorološki uvjeti prihvatljivi za let, te da bespilotni zrakoplov sigurno nadvisuje sve prepreke i da je na sigurnosnoj udaljenosti većoj od 150 m od skupine ljudi, odnosno da je sigurna udaljenost bespilotnog zrakoplova od ljudi, životinja, objekata, vozila, plovila, drugih zrakoplova, cesta, željezničkih pruga, vodenih putova ili dalekovoda, veća od 30m. Let bespilotnog zrakoplova mora se odvijati unutar vidnog polja rukovatelja, te na udaljenosti manjoj od 500m od rukovatelja (osim ako je rukovatelj prethodno dobio drugačija odobrenja od strane Hrvatske agencije za civilno zrakoplovstvo).

U drugom dijelu pravilnika se također nalaze pravila o letenju korištenjem sustava za pogled iz zrakoplova. Takav let se smije koristiti isključivo zrakoplovnim modelom u pratnji pridruženog promatrača koji zna sve detalje o planiranom letu i održava stalni vizualni kontakt s bespilotnim zrakoplovom.

Treći dio Pravilnika govori o izvođenju letačkih operacija. Prije izvođenja letačkih operacija operator je dužan člankom 18. Pravilnika izjaviti da je sposoban i da ima sredstva za preuzimanje odgovornosti povezanih s izvođenjem letačkih operacija sustavom bespilotnih zrakoplova, da sustavi bespilotnih zrakoplova kojima namjerava izvoditi letačke operacije ispunjavaju primjenjive tehničke zahtjeve, te da će letačke operacije izvoditi u skladu s odredbama ovoga Pravilnika. Također mora održavati sukladnost s primjenjivim zahtjevima i informacijama sadržanima u izjavi, u slučaju promjena, mora odmah obavijestiti Agenciju izmijenjenom Izjavom i obavijestiti Agenciju kada trajno prestane s izvođenjem letačkih operacija.

Prema Pravilniku operator mora imenovati odgovornu osobu koja ima ukupnu odgovornost nad aktivnostima operatora, te mora uspostaviti sustav vođenja i čuvanja zapisa o letu koji sadržava najmanje sljedeće podatke:

- A. Datum leta,
- B. Vrijeme početka i završetka izvođenja letaćkih operacija i trajanje leta,
- C. Ime i prezime rukovatelja koji je obavio let,
- D. Lokacija izvođenja letaćke operacije,
- E. Klasifikaciju područja letenja,
- F. Operativna masa bespilotnog zrakoplova, i
- G. Napomene o događajima za koje operator procijeni da su od značaja za izvođenje letaćkih operacija.

## 4. Pouzdanost, osiguranje i rizici

Sa sve većim brojem bespilotnih zrakoplova su i sve veće šanse da bespilotni zrakoplovi prouzrokuju nesreću. Kvarovi sustava se najčešće događaju na samom bespilotnom zrakoplovu, a puno rijeđe na upravljačkoj stanici, te mogu imati katastrofalne posljedice, npr. prouzrokovati pad zrakoplova, te ozlijediti ili čak i usmrtniti osobe koje se nalaze na tom području ili samog operatera bespilotnog zrakoplova.

Kvarovi koji mogu, ali ne moraju uzrokovati daljnje oštećenje bespilotnog zrakoplova dok je na tlu mogu predstavljati opasnost za operatera tog zrakoplova. To može biti posljedica kvara kritičnih komponenti kao što su helikopterski rotori, propeleri ili rotirajući dijelovi motora kao što su turbinski diskovi. Posebne mjere predostrožnosti primjenjuju se na ove komponente koje se opsežno provjeravaju u fazi razvoja sustava.

Također, civilni bespilotni zrakoplovi su većinom opremljeni kamerom ili nekim drugim vizualnim senzorom, te postoji mogućnost spremanja podataka tako se s porastom civilne uporabe postavljaju pitanja vezana za privatnost, zaštitu podataka te razni etički problemi

### 4.1. Pouzdanost

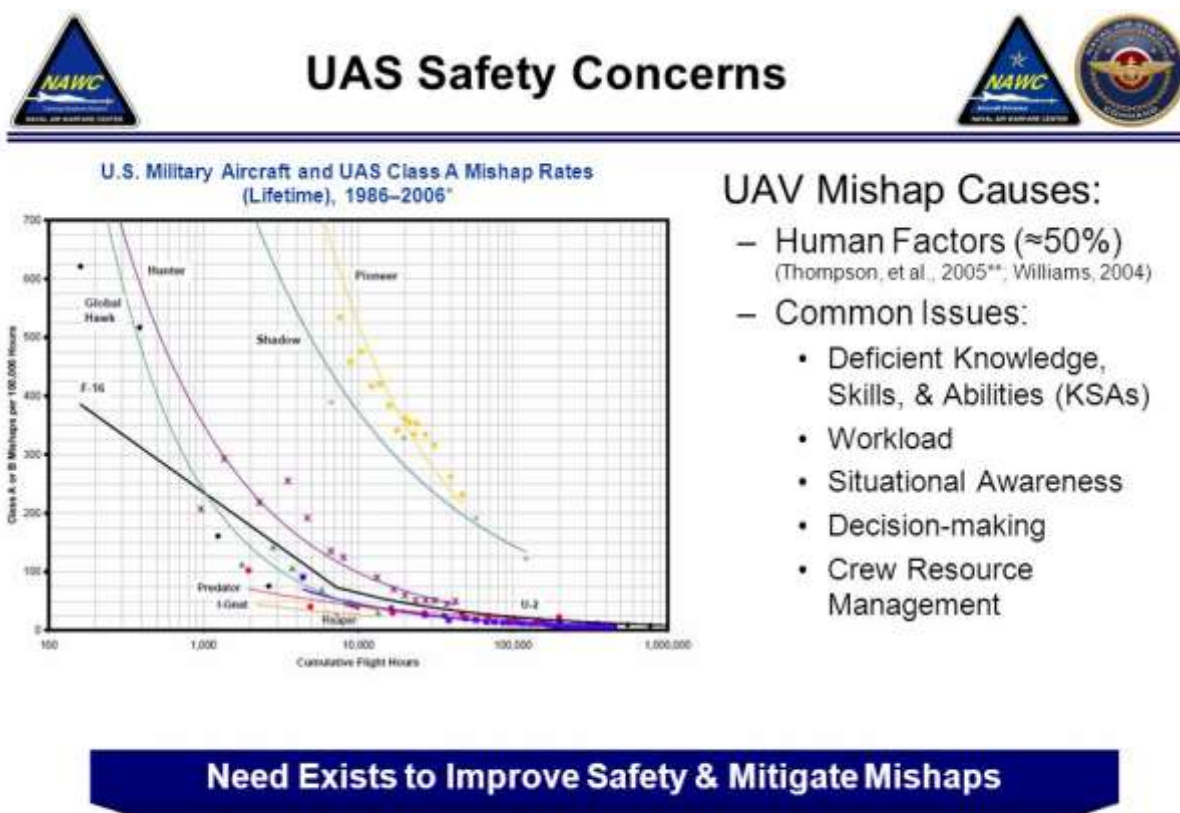
Neki ljudi smatraju da dijelovi bespilotnih zrakoplova moraju biti jeftini, jer nemaju potrebe biti pouzdani. Ta pogrešna ideja se vodi na tome da ako bespilotni zrakoplov padne nema žrtava u zrakoplovu. Prema Austin (2010), takav stav je potpuno pogrešan, pouzdanost UAV sustava mora biti osigurana iz sljedećih razloga:

- A. ako se UAV sustav pokvari tokom misije tada je ta misija propala. U vojnim operacijama to može dovesti do nedostatka informacija što bi moglo rezultirati gubitkom inicijative ili čak i stotinama mrtvih.
- B. ako bespilotni zrakoplov padne na naseljenom području može ozlijediti ili usmrtniti osobe koje se nalaze na tom području
- C. svaki kvar sustava može rezultirati gubitkom pružanja usluge, te dodatnim troškovima za popravak ili zamjenu oštećenog dijela.

Nepouzdanost je glavni pokretač cjelokupnih životnih troškova. Pouzdanost se mjeri kao srednje vrijeme između kvarova (eng. *MTBF- Mean Time Between Failures*) u satovima sustava ili podsustava, što je vrijednost veća sustav je pouzdaniji. Često se ta vrijednost izražava recipročno, odnosno kao stupanj nepouzdanosti i obično se prikazuje kao broj kvarova sustava ili podsustava u 10 000 sati. Austin (2010) u svom radu navodi da je potrebno je odrediti pouzdanost UAV-a za operatera prije same radnje, a ona ovisi o broju kvarova.

- Postoje katastrofalni kvarovi koji mogu dovesti do pada bespilotnog zrakoplova i mogu uzrokovati ozljede ili gubitak života posade ili ljudi na terenu.
- Kvarovi klase A i oni će prouzrokovati ozbiljnu, vjerojatno nepopravljivu štetu na bespilotnom zrakoplovu
- Kvarovi klase B će onemogućiti funkciju zrakoplova, mogu uzrokovati prekid svoje misije, ali ne uzrokovati ozbiljno oštećenje

Pouzdanost mora biti dizajnirana u sustav od početka dizajna sustava. Kasnije je nemoguće ili je vrlo skupo ispraviti bilo kakve nedostatke u kasnijim razvojnim ili operativnim fazama. Loš dizajn može dovesti do prijevremenog trošenja ili zamora materijala.



\*Office of the Secretary of Defense, 2003  
\*\*Thompson, Tvaryanas, & Constable, 2005

**Slika 7.** Usporedba stope nesreća

Inženjeri su razvili tehnike kako bi osigurali da sustav postigne zadanu razinu pouzdanosti. Prvo je potrebno definirati i kvantificirati potrebnu razinu pouzdanosti. Slika 7. prikazuje trend za pet različitih tipova UAV sustava. Interesantno je da je trend *Global Hawk* gotovo jednak onom zrakoplova F16 jet *fightera*. Statistika prikazana ovdje je otvorena za neka pitanja. Podaci UAV odnose se samo na zrakoplov i nema podataka o greškama na upravljačkoj stanici koja je mogla doprinijeti ili čak uzrokovati kvar zrakoplova. *Predatorom* i *Global Hawkom* se do

nedavno ručno upravljalo pri uzlijetanju i slijetanju. Udaljeni piloti su bili ograničeni perifernim vidom, te su se mnoge nesreće dogodile u tim fazama. Ostali aspekti vrijedni razmatranja gledanja statistike su:

- a) Zapovjednici su spremniji na rizik od gubitka UAV u usporedbi s avionom koji ima posadu.
- b) Može se očekivati da složeniji zrakoplov trpi veću stopu kvara od jednostavnijih zrakoplova.

Slika 7. pokazuje da manji (i jednostavniji) zrakoplovi imaju veću stopu nesreća od onih velikih. Međutim, možda to nije samo rezultat tehničke pogreške, već takvi zrakoplovi djeluju u neprijateljskom okruženju i gleda se na njih kao na potrošne u odnosu na skuplje zrakoplove. Ipak, trend ukazuje na snažno smanjenje kvarova s povećanjem satova letenja. Povećanjem satova letenja lakše se identificiraju greške i poduzimaju mjere modifikacije. Međutim, nužnost razvoja pouzdanosti tijekom službe zrakoplova je naporna i skupa, tako da je bolje postići pouzdanost prije nego što sustav uđe u službu.

## 4.2. Osiguranje

Postoji razlika između pouzdanosti i sigurnosti. (Austin, 2010) Sustav može biti nepouzdan, ali siguran ako su kvarovi takvi da ne mogu prouzrokovati katastrofalnu nesreću. Dupliciranje slabije pouzdanih dijelova povećava vjerojatnost sigurnog rada sustava, no također povećava ukupnu stopu kvarova, bespilotni zrakoplov će se češće kvariti i time će sustav činiti manje pouzdanim. Povećanje stope kvarova će uzrokovati brojne skupe popravke bespilotnih zrakoplova i samim time povećati nezadovoljstvo korisnika/operatora.

Glavni sigurnosni problemi koji se javljaju kod bespilotnih zrakoplova su zračni sudari i gubitak kontrole. Do gubitka kontrole mogu dovesti razni kvarovi sustava, te ako zrakoplov leti ispod dometa signala. Čak i mali bespilotni zrakoplovi mogu prouzrokovati katastrofalnu štetu ako udare u motor većeg zrakoplova. U nekim sofisticiranijim borbenim zrakoplovima AFCS (eng. *AFCS - Automatic Flight Control System*) elektronički kanali su trostruko ili čak četverostruko napravljeni. To je napravljeno jer kod dvostrukog sustava kada dođe do kvara posada zrakoplova ne prepoznaje kod kojeg je od dva kanala je došlo do kvara. Kod trostrukog ili četverostrukog kanala sustav prepoznaje koji kanal se ne slaže s ostalim kanalima. Takav sustav bi se trebao koristiti kod bespilotnih zrakoplova kako bi se povećala pouzdanost i sigurnost prije uvođenja bespilotnih zrakoplova u kontrolirani zračni prostor.

S obzirom na brojne rizike i opasnosti koje bespilotni zrakoplovi mogu prouzrokovati operator mora ishoditi policu osiguranja u skladu s propisom kojim se uređuju obvezna osiguranja u prometu. Iznimno, za letenje zrakoplovnim modelom,

vlasnik mora ishoditi policu osiguranja u skladu s propisom kojim se uređuju obvezna osiguranja u prometu, kada je to primjenjivo. Prema Zakonu o obveznom osiguranju u prometu pod obvezno osiguranje spada i osiguranje zračnog prijevoznika odnosno operatera zrakoplova od odgovornosti za štete nanesene trećim osobama, također su tim osiguranjem pokrivena štete koje prouzroče osobe koje voljom vlasnika sudjeluju u uporabi bespilotnog zrakoplova.

Prije uporabe bespilotnih zrakoplova vlasnik/operater dužan je sklopiti ugovor o osiguranju te ga obnavljati sve dok je bespilotni zrakoplov u uporabi. U potvrdi o sklopljenom ugovoru o osiguranju moraju biti navedeni osigurani rizici te da je osiguranje sklopljeno u skladu s Uredbom (EZ) 785/2004. Prema članku 4. Zakona o obveznom osiguranju ako bespilotni zrakoplov podliježe obvezi registracije, te mora imati prometnu dozvolu, tijelo nadležno za registraciju bespilotnog zrakoplova smije izdati dozvolu za upravljanje, te produžiti njezinu valjanost tek nakon što vlasnik UAV-a na čije je ime registriran predoči dokaz o tome da je sklopio ugovor o osiguranju za obvezno osiguranje. Ugovor o osiguranju pokriva štete nastale na području Republike Hrvatske.

Vlasnik bespilotnog zrakoplova dužan je sklopiti ugovor o osiguranju od odgovornosti za štetu koju uporabom bespilotnog zrakoplova može nanijeti trećim osobama zbog smrti, tjelesne ozljede, narušavanja zdravlja, uništenja ili oštećenja stvari operatera bespilotnog zrakoplova kojim je prouzročena šteta. Prema Članku 24. spomenutog zakona (NN76/13, 152/14) osigurana osoba gubi prava osiguranja u sljedećim slučajevima:

- a) ako vozač nije koristio vozilo u svrhu koju je namijenjeno, odnosno ako operater nije koristio bespilotni zrakoplov u svrhu koju je namijenjen
- a) ako operater nije imao važeću dozvolu odgovarajuće vrste ili kategorije
- b) ako je operateru oduzeta dozvola
- c) ako je operater pod utjecajem alkohola, droga, psihoaktivnih lijekova ili drugih psihoaktivnih tvari
- d) ako je operater štetu prouzročio namjerno
- e) ako je šteta nastala zbog neispravnosti bespilotnog zrakoplova, a ta informacija je bila poznata operateru

### 4.3. Rizici

Pri korištenju bespilotnih zrakoplova pojavljuju se brojni rizici. Rizik je vjerojatnost ili opasnost od oštećenja, ozljede, odgovornosti, gubitka ili bilo koje druge negativne pojave uzrokovane vanjskim ili unutarnjim ranjivostima, a oni se mogu izbjeći preventivnom akcijom (Giljanović, 2016). Stoga je rizike nemoguće u potpunosti eliminirati ali ih se treba svesti na minimum. S uvođenjem bespilotnih zrakoplova u javne zračne prostore otvaraju se brojni novi rizici, npr. hakeri bi mogli preuzeti kontrolu nad bespilotnim zrakoplovom, može doći do gubitka kontrole nad UAV-om zbog interferencije frekvencija, itd.

Prema radu Allianzovih stručnjaka, UAVs - risk and liability challenges, posebno zabrinjavajuća je potencijalna teroristička prijetnja UAV-a koji ciljaju na elektrane ili nuklearne reaktore. U 2014. godini, nakon više desetaka prelijetanja UAV-A preko reaktora, francuske vlasti najavile su izdatke od milijun eura za otkrivanje, prepoznavanje i neutraliziranje malih zračnih UAV-a.

Budući da UAV postaju sve jeftiniji za kupnju te manji i lakši za upravljati takvih situacija bi moglo biti sve više i više. Zato je potrebno uvesti zajedničku regulativu za sve države kako bi se smanjili brojni rizici do kojih može doći. Upravljanje sigurnosnim rizicima je jedna od ključnih komponenti sustava upravljanja sigurnošću. Izraz upravljanje sigurnosnim rizicima se koristi kako bi se razlikovala ova funkcija od upravljanja financijskim rizikom, pravnim rizikom, ekonomskim rizikom itd. Sigurnosni rizik je predviđena vjerojatnost i težina posljedica ili ishoda koji proizlaze iz postojeće opasnosti ili situacija.

Proces kontrole rizika započinje procjenom vjerojatnosti da će se posljedice opasnosti materijalizirati za vrijeme operacija organizacije. Vjerojatnost rizika definira se kao mogućnost ili frekvencija da će se događaj s negativnim posljedicama za sigurnost dogoditi. Utvrđivanje ove vjerojatnosti može se lakše utvrditi uz pomoć sljedećih pitanja:

- a) da li se već desio tokom povijesti takav događaj ili je ovo izolirani slučaj?
- b) koja druga oprema ili komponente mogu imati slične nedostatke?
- c) koliko osoba uključenih u proces koriste procedure koje se ispituju?
- d) koliko vremenski provodi sumnjiva oprema ili procedura operativno u upotrebi?
- e) koliki opseg posljedica obuhvaćaju, te kakav utjecaj mogu imati na organizaciju i javnu sigurnost?

Svi čimbenici na kojima se temelje ova pitanja će pomoći pri procjeni vjerojatnosti postojanja opasnosti i uzeti u obzir sve potencijalno valjane scenarije. Tablica 3. prikazuje vjerojatnosti rizika. Tablica sadrži 5 kategorija koje označavaju vjerojatnost izraženu u brojevima od 1 do 5 da se taj događaj dogodi. Broj 1 predstavlja da je vjerojatnost da će se ta situacija dogoditi minimalna, a broj 5 predstavlja da bi se taj događaj mogao često ponavljati. Uz svaki broj u tablici pridodano je njegovo značenje i opis kako bi se lakše razjasnili i definirali pojedini događaji.

**Tablica 3.** Vjerojatnost rizika

Vjerojatnost	Značenje	Vrijednost
Često	Vjerojatno će se često događati (ili se događa)	5
Povremeno	Vjerojatno će se ponekad dogoditi	4
Mala	Vjerojatno se neće dogoditi	3
Ne vjerojatno	Veoma je vjerojatno da se neće dogoditi	2
Vrlo ne vjerojatno	Skoro je nezamislivo da se dogodi	1



Slika 8. prikazuje brojne rizike i uvjete koje operater mora zadovoljiti kako bi bespilotan zrakoplov mogao sigurno letjeti. Mora biti unutar vidnog polja operatera, letjeti samo u povoljnim meteorološkim uvjetima, osigurati da je na sigurnoj udaljenosti, te poznavati karakteristike bespilotnog zrakoplova kojim upravlja.



**Slika 8.** Rizici upravljanja bespilotnim zrakoplovom

## 5. Matrica procjene rizika bespilotnih zrakoplova

Kako navode Wackwitz i Boedecker, procjena sigurnosnih rizika UAS-a je instrument koji se koristi za identifikaciju i procjenu aktivne i latentne sigurnosne opasnosti za operacije bespilotnih zrakoplova. Ova procjena sigurnosnih rizika uključuje akcije za smanjivanje predviđene vjerojatnosti i ozbiljnosti posljedica ili ishoda svakog operativnog rizika. Procjena sigurnosnih rizika predstavlja sigurnosne rizike kao mjerljivu jedinicu kako bi ih bilo lakše kontrolirati, a gore navedeni autori ih dijele u četiri faze:

- a) identifikacija sigurnosnih opasnosti - identificiranje događaja poput jedva izbjegnutih sudara ili latentnih stanja koja mogu dovesti bespilotan zrakoplov u opasnost
- b) procjena rizika - sve identificirane opasnosti će biti ocijenjene prema vjerojatnosti i ozbiljnosti operativnog rizika
- c) smanjenje rizika - prema razini prihvaćanja operativnog rizika, akcije ublažavanja rizika će biti definirane
- d) dokumentacija rizika - ne samo rezultate nego i cijeli proces procjene sigurnosnih rizika treba dokumentirati kako bi se kontinuirano osigurala sigurnost

Prema priručniku ICAO, Safety Management Manual (2013), nakon što se napravi procjena sigurnosnih rizika slijedi procjena ozbiljnosti rizika, uzimajući u obzir potencijalne posljedice vezane za opasnost. Ozbiljnost rizika se definira kao produžetak štete koja bi se mogla dogoditi kao posljedica ili ishod identificirane opasnosti. Procjena ozbiljnosti rizika može se temeljiti na:

- a) ozljedama / smrtnosti. (Koliko ljudi može poginuti?)
- b) oštećenja. (Koja je vjerojatna razina oštećenja zrakoplova, imovine ili opreme?)

Procjena ozbiljnosti rizika treba uzeti u obzir sve moguće posljedice koje se odnose na nesigurno stanje ili objekt, pritom koristeći najgoru moguću situaciju. Ozbiljnost rizika prikazana je vrijednostima od A do E u tablici 4. Vrijednost A prikazuje najveću ozbiljnost događaja s katastrofalnim posljedicama, dok vrijednost E prikazuje neznatnu ozbiljnost s minimalnim posljedicama. Ovo je jednostavniji primjer tablice, složenost tablice ovisi o veličini organizacije u kojoj se koristi.

Proces procjene vjerojatnosti i ozbiljnosti rizika može se koristiti za izračun indeksa sigurnosnih rizika. Taj indeks se sastoji od alfanumeričkog označivača koji ukazuje na kombinirani rezultat procjene vjerojatnosti i ozbiljnosti rizika (ICAO, SMM, 2013).

Odgovarajuće kombinacije ozbiljnosti i vjerojatnosti prikazane su na slici 9. matricom procjene sigurnosnih rizika.

**Tablica 4.** Ozbiljnost rizika

Ozbiljnost	Pojašnjenje	Vrijednost
<b>Katastrofalna</b>	-uništena oprema -višestruki smrtni slučaj	A
<b>Opasna</b>	-veliko smanjenje sigurnosnih margina, fizička nevolja ili radno opterećenje takvo da operator nije u stanju obavljati svoju zadaću ispravno ili u potpunosti -ozbiljna ozljeda -velika oštećenja opreme	B
<b>Znatna</b>	-značajno smanjenje sigurnosnih margina, smanjenje sposobnosti operatora da se nosi s promijenjenim uvjetima, koji su produkt povećanja opterećenja ili uvjeta koji ugrožavaju njihovu učinkovitost -ozbiljan incident -ozljede	C
<b>Mala</b>	-smetnja -operativne limitacije -uporaba procedura u slučaju hitnosti -manji incidenti	D
<b>Neznatna</b>	-malo posljedica	E

Slika 9. prikazuje matricu za procjenu sigurnosnih rizika, a opisuje vjerojatnost dešavanja događaja s ozbiljnostima posljedica tog događaja. Broj 1 predstavlja jako male šanse da se taj događaj desi, dok broj 5 predstavlja događaje koji bi se mogli dešavati učestalo. Dok je slovima od E do A prikazana ozbiljnost posljedica tog događaja, pri čemu slovo E predstavlja najmanju ozbiljnost, a slovo A predstavlja najveću ozbiljnost posljedica događaja, shodno tome i slova između njih. Ozbiljnost rizika definira se kao produžetak štete koja bi se mogla dogoditi kao posljedica ili ishod identificirane opasnosti (ICAO, SMM, 2013).

Operator mora procijeniti potrebu i ukoliko je nužno provesti aktivnosti upravljanja rizicima prije izvođenja letačkih operacija kategorije C ili D. Upravljanje rizicima mora sadržavati identifikaciju opasnosti, procjenu rizika kao i, ukoliko je potrebno, mjere za smanjenje rizika na prihvatljivu razinu. (ICAO, SMM, 2013).

## SAFETY RISK ASSESSMENT MATRIX

Risk probability	Risk severity				
	Catastrophic A	Hazardous B	Major C	Minor D	Negligible E
Frequent 5	5A	5B	5C	5D	5E
Occasional 4	4A	4B	4C	4D	4E
Remote 3	3A	3B	3C	3D	3E
Improbable 2	2A	2B	2C	2D	2E
Extremely improbable 1	1A	1B	1C	1D	1E

**Slika 9.** Matrica za procjenu sigurnosnih rizika

Prema priručniku SMM (2013) idući korak je određivanje sigurnosne tolerancije rizika. Indeks dobiven iz matrice za procjenu sigurnosnih rizika mora se izvesti u matricu tolerancije sigurnosnih rizika koja opisuje kriterije tolerancije za pojedinu organizaciju. Kombinaciji alfanumeričkih označivača dodane su različite boje koje predstavljaju razine tolerancije rizika. Alfanumerički znakovi označeni crvenom bojom predstavljaju visoki rizik, žutom bojom srednji rizik, a zelenom prihvatljiv rizik, kao što je prikazano na slici 10. matricom tolerancije sigurnosnih rizika. U slučaju da je tolerancija sigurnosnog rizika označena crvenom bojom, te predstavlja visoki rizik moraju biti poduzete određene mjere kako bi se smanjili rizici:

- a) poduzeti mjere za smanjenje izloženosti organizacije prema određenom riziku, tj. smanjiti vjerojatnost komponenta indeksa rizika;
- b) poduzeti mjere za smanjenje ozbiljnosti posljedica koje se odnose na opasnost, tj. smanjiti ozbiljnost komponenta indeksa rizika; ili odustati od izvođenja operacije ako smanjenje rizika nije moguće. (ICAO, SMM, 2013).

## SAFETY RISK TOLERABILITY MATRIX

Suggested criteria	Assessment risk index	Suggested criteria
Intolerable region	<b>5A, 5B, 5C, 4A, 4B, 3A</b>	Unacceptable under the existing circumstances
Tolerable region	<b>5D, 5E, 4C, 4D, 4E, 3B, 3C, 3D, 2A, 2B, 2C</b>	Acceptable based on risk mitigation. It may require management decision.
Acceptable region	<b>3E, 2D, 2E, 1A, 1B, 1C, 1D, 1E</b>	Acceptable

**Slika 10.** Matrica tolerancije rizika

## 6. Procjena rizika na području grada Velike Gorice

Sa sve većom dostupnosti bespilotnih zrakoplova raste i njihovo korištenje. Prema Pravilniku o letenju zrakoplova bespilotni zrakoplovi se uglavnom koriste u klasi G zračnog prostora, na visinama do 500 ft. To je klasa u kojoj lete samo mali sportski zrakoplovi i ne pruža se usluga kontrole zračne plovidbe.

Područje grada Velike Gorice specifično je po tome što se tamo nalazi zagrebački aerodrom stoga su i rizici korištenja bespilotnih zrakoplova puno veći. Bespilotni zrakoplovi se ne smiju koristiti na udaljenosti manjoj od 3 km od aerodroma i prilazne ili odlazne ravnine, osim kada su posebno predviđene procedure za letenje definirane napatkom za korištenje aerodroma (Pravilnik o sustavima bespilotnih zrakoplova, članak 11, NN 49/2015)

Prema podacima sa službenih stranica o statistici za 2018. godinu na Zračnoj luci Franjo Tuđman zabilježen je porast broja letova u proteklim mjesecima u odnosu na 2017. godinu, te sa samim time vjerojatnost rizika je veća.

Kako bi se mogao procijeniti rizik potrebno je identificirati opasnosti. Za identifikaciju opasnosti koristi se obrazac prikazan na slici 11 koji propisuje CCAA. Na obrascu se upisuju podaci od datuma kada je identifikacija opasnosti zabilježena, na koji je način zabilježena (obvezno izvješćivanje, upravljanje promjenama, dobrovoljno izvješćivanje), zatim slijedi opis opasnosti označena sa vjerojatnosti rizika (vrijednostima od 1 - 5) i ozbiljnosti rizika (vrijednosti od A - E), te razina rizika.

Nakon detaljne analize opasnosti upisuju se mjere za smanjenje rizika s rokom do kojega moraju biti implementirane u sustav, te se ponovo rade procjene rizika nakon implementacije mjera za smanjenje rizika. Znači prvo se identificira opasnosti, pa procjenjuju rizici, zatim smanjuju rizici i na kraju se dokumentira cijeli događaj kako se ne bi ista situacija ponovila.

Zračna luka Franjo Tuđman je specifična po vrlo učestalim maglama na uzletno-sletnoj stazi što predstavlja dodatnu opasnost za zrakoplove u slučaju nailaska na bespilotni zrakoplov koji leti u nedozvoljenom području. Rizik na području grada Velike Gorice se procjenjuje pomoću indeksa rizika (dobiva se od vjerojatnosti i ozbiljnosti rizika kao što je navedeno u prethodnoj tezi), matrice vjerojatnosti rizika i matrice tolerancije rizika. Nakon dobivenih indeksa rizika izrađuju se matrice i ako se obojeni designatori ne nalaze u zelenom području poduzimaju se mjere za smanjenje opasnosti koje se upisuju u obrazac na slici 11.

Europska agencija za sigurnost zračnog prometa (eng. *EASA - European Aviation Safety Agency*) zahtijevat će dokumentiranu procjenu sigurnosnog rizika koju provodi operater i operativni priručnik koji navodi mjere za smanjenje rizika za sve bespilotne zrakoplove sa "specifičnim" operativnim ciljevima. Kako bi se osigurala sigurnost upravljanja bespilotnim zrakoplovima potrebno je razumijevati povezanost trenutnih i budućih opasnosti i rizika.

## OBRAZAC ZA IDENTIFIKACIJU OPASNOSTI I UPRAVLJANJE RIZICIMA

Redni broj:

### IDENTIFIKACIJA OPASNOSTI I PROCJENA RIZIKA

Identifikacija opasnosti:				
Datum:				
Opasnost identificirao:				
Opasnost identificirana kroz:				
<input type="checkbox"/> Obvezno izvješćivanje		<input type="checkbox"/> Upravljanje promjenama (CM)		<input type="checkbox"/> Dobrovoljno izvješćivanje
Red. br.	Opis opasnosti:	Vjerojatnost (P)	Ozbiljnost (S)	Razina rizika
1				
2				
3				
Procjenu rizika obavio:				
Potpis:				
Mjesto i datum:				

### MJERE ZA SMANJENJE RIZIKA

Rizik br.	Mjera (aktivnost)	Odgovorna osoba	Rok:

**OBRAZAC ZA IDENTIFIKACIJU  
OPASNOSTI I UPRAVLJANJE RIZICIMA**

**PRAĆENJE UČINKOVITOSTI PROVEDENIH MJERA (Follow-up)**

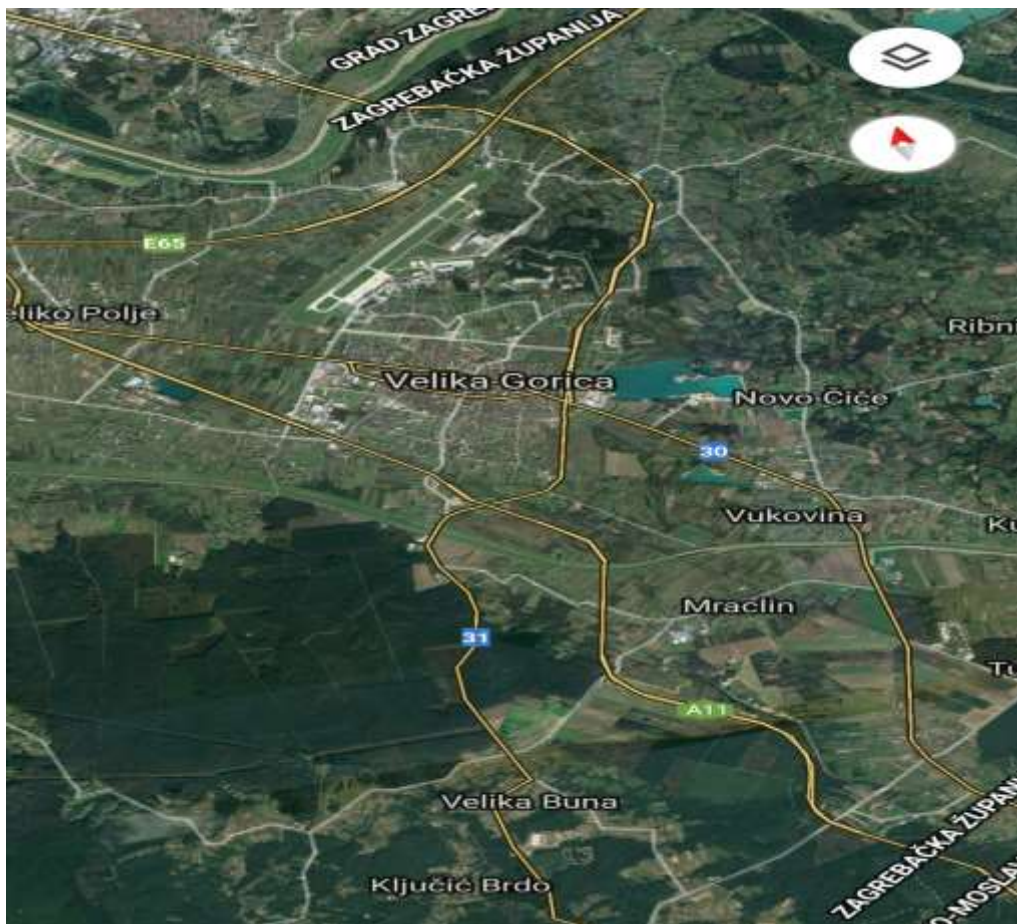
Rizik br.	Datum:	Rok za završetak aktivnosti:	
Rezultat (nakon provedenih mjera za smanjenje rizika):			Razina rizika:
Potrebne dodatne mjere:		<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE	
Ako da, definirati dodatne mjere:		Odgovorna osoba:	Rok:
Mjere implementirane?	<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE	Datum implementacije:	
Kontrolu obavio (ime i prezime):			
Potpis:			Datum:
Rizik br.	Datum:	Rok za završetak aktivnosti:	
Rezultat (nakon provedenih mjera za smanjenje rizika):			Razina rizika:
Potrebne dodatne mjere:		<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE	
Ako da, definirati dodatne mjere:		Odgovorna osoba:	Rok:
Mjere implementirane?	<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE	Datum implementacije:	
Kontrolu obavio (ime i prezime):			
Potpis:			Datum:
Rizik br.	Datum:	Rok za završetak aktivnosti:	
Rezultat (nakon provedenih mjera za smanjenje rizika):			Razina rizika:
Potrebne dodatne mjere:		<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE	
Ako da, definirati dodatne mjere:		Odgovorna osoba:	Rok:
Mjere implementirane?	<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE	Datum implementacije:	
Kontrolu obavio (ime i prezime):			
Potpis:			Datum:

**Slika 11.** Obrazac za identifikaciju opasnosti i upravljanje rizicima

Prema Pravilniku o sustavima bespilotnih zrakoplova područje grada Velike Gorice možemo kategorizirati u četiri klase područja letenja. Prva klasa je područje u kojem nema ljudi ni izdignutih građevina. U drugoj klasi prema Pravilniku nalaze se objekti ili građevine koje nisu namijenjene za boravak i u kojima nema ljudi. Treća klasa je područje u kojem se nalaze građevine ili objekti namijenjeni za stanovanje, poslovanje ili rekreaciju, dok je četvrta klasa područje uskih urbanih zona, to su središta gradova, naselja. Pomoću klasifikacije područja letenja i ranije spomenute klasifikacije sustava bespilotnog zrakoplova prema operativnoj masi u točki 2.2. kategoriziraju se letačke operacije na području grada Velike Gorice.

Velika Gorica specifična je po tome što se nalaze sve 4 klase područja letenja, te sve 4 kategorije letačkih operacija. Kategorije letačkih operacije temelje se na riziku koji operacija predstavlja za okolinu u kojoj se odvijaju operacije, u funkciji mase bespilotnog zrakoplova i područja operacija, te na postizanju sigurnosti, a ne na komercijalnoj prirodi operacija.

Polja označena crvenom bojom i slovom D u Tablici 2. (iz odlomka 2.3.) predstavljaju letove iznad skupine ljudi, ili letove u područjima u kojima u slučaju pada može doći do zapaljenja ili eksplozije. Dakle, to su područja u kojima su rizici maksimalni, te se moraju poduzeti preventivne mjere kako bi se rizici smanjili. Za operacije i izvođenje letova u D kategoriji potrebna je izjava operatera, operativni priručnik, te odobrenje od strane Agencije. Dok polja označena tamno zelenom bojom i slovom A predstavljaju zanemarive rizike, te je za izvođenje leta potrebna samo izjava operatera. (Ivković, 2017)



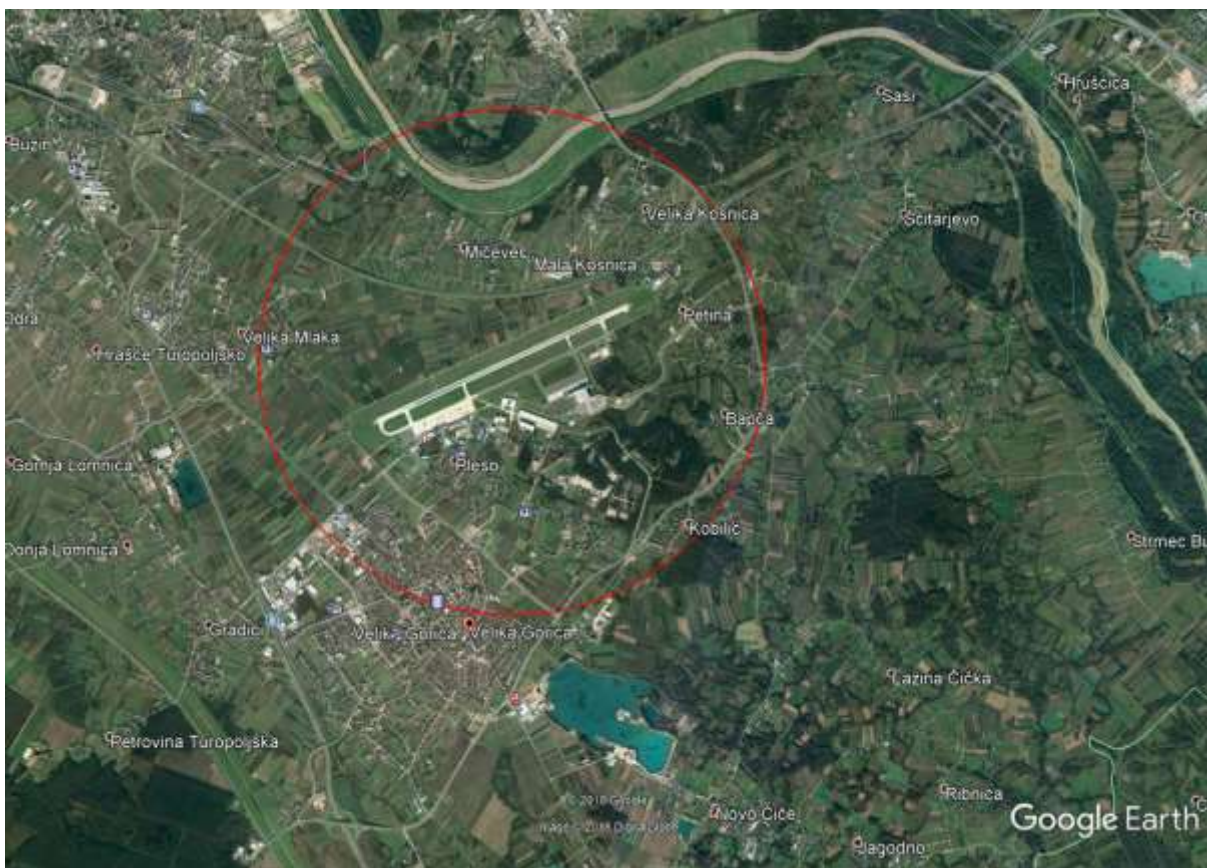
**Slika 12.** Područje grada Velike Gorice

Na slici 12. prikazano je čitavo područje grada Velike Gorice s njenom okolicom na kojem se nalazi; od potpuno zabranjene zone za korištenje bespilotnih zrakoplova, zračna luka Franjo Tuđman (do 3 km od aerodroma te prilazne i odlazne ravnine), do neizgrađenih područja koja spadaju u prvu klasu područja izvođenja letenja u kojima su rizici korištenja bespilotnih zrakoplova minimalni.



Također, na slici su prikazana područja druge klase poput prometnica i polja namijenjenih za obrađivanje, te treće klase mjesta namijenjenih za stanovanje, škole, uredi i urbano područje središta grada Velike Gorice koje se klasificira kao 4. zona (gusto naseljeno područje). U urbanoj zoni grada izvode se C ili D kategorije letačkih operacija.

Kao što je ranije spomenuto potpuno zabranjena zona za korištenje bespilotnih zrakoplova je zona u radijusu od 3km od aerodroma, te prilazne i odlazne ravnine. Na slici 13. je prikazan takav radijus od 3 km od zagrebačkog aerodroma na području grada Velike Gorice. Prema Pravilniku znači da je potpuno zabranjeno korištenje bespilotnih zrakoplova na području Mičevca, Petine, Bapća, Velike i Male Kosnice, te na dijelu urbanog središta grada Velike Gorice koji se nalazi unutar crvenog kruga.



**Slika 13.** Zabranjeno područje za korištenje bespilotnih zrakoplova

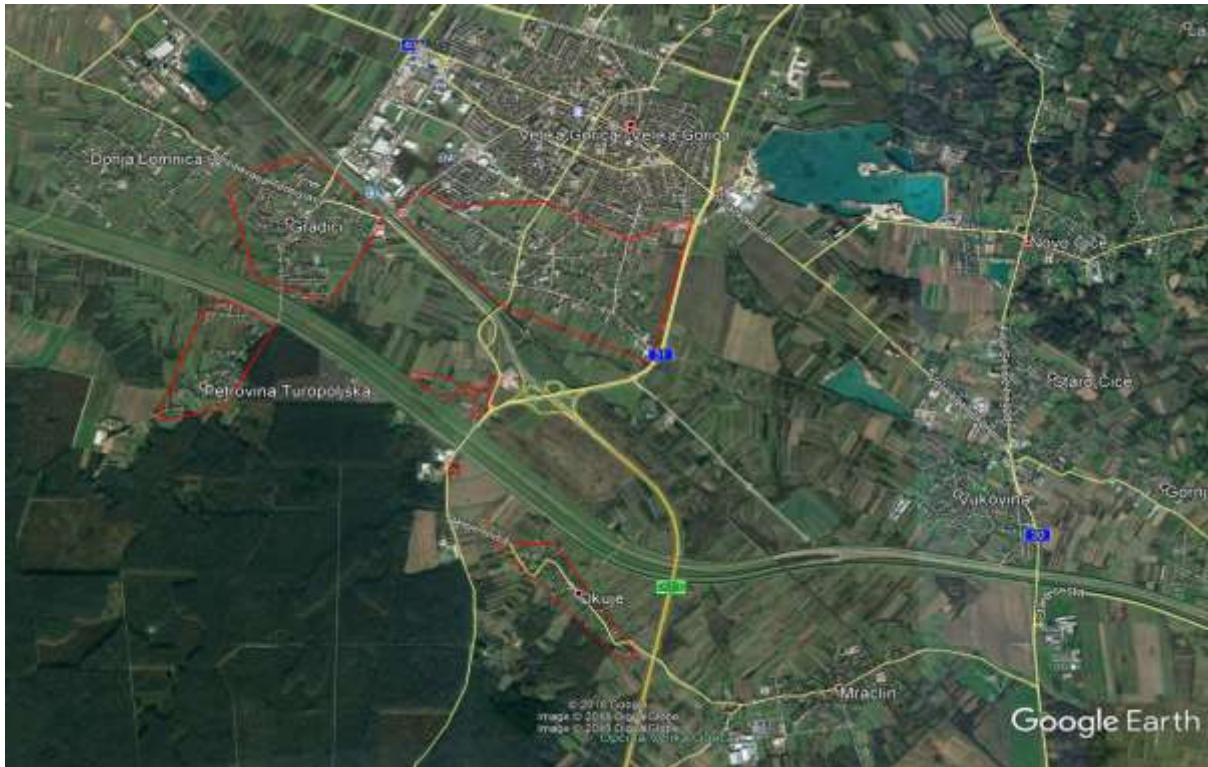
Na slici 14. urbano područje grada Velike Gorice označeno je crvenom bojom. Takvo područje se klasificira kao gusto naseljeno područje, te spada pod IV. kategoriju letačkih operacija. U tom području letačke operacije karakteriziraju se samo pod C ili D kategoriju. Za kategorije C i D letačkih operacija potreban je:

- Operativni priručnik
- Dokaz o osposobljenosti za upravljanje sustavom u skladu s Dodatkom 5 ovoga Pravilnika
- Pilotska dozvola ili potvrda o položenom teorijskom ispitu iz poznavanja pravila letenja koji provodi Agencija
- Dokaz o psihofizičkoj sposobnosti u skladu s Dodatkom 5 ovoga Pravilnika, za upravljanje sustavom bespilotnog zrakoplova



**Slika 14.** IV. klasa područja izvođenja letenja

Na slici 15. u crvenim oblicima označena su područja treće klase izvođenja letenja. U trećoj klasi za bespilotne zrakoplove operativne mase manje od 5 kg dozvoljeno je izvođenje letačkih operacije klase B. Područje treće klase izvođenja letenja klasificira se kao naseljeno područje namijenjeno prvenstveno za stanovanje, poslovanje ili rekreaciju. Gradići, Okuje i Petrovina Turopoljska su područja u blizini grada Velike Gorice koja se mogu klasificirati kao treća kategorija područja izvođenja letenja.



**Slika 15.** III. klasa područja izvođenja letenja

Slika 16. prikazuje drugu klasu područja izvođenja letenja na području grada Velike Gorice. Na slici su unutar većeg polja označena dva manja polja koja ne spadaju pod drugu klasu, nego pod treću. Područje druge klase izvođenja letenja se karakterizira kao područje koje nije namijenjeno za stalni boravak ljudi, dozvoljen je prolazak ljudi bez zadržavanja. Pod drugu klasu također spadaju i prometnice koje ne prolaze kroz središta gradova i naselja, označene žutom bojom. U ovom području izvode se letачke operacije kategorija A, B i C.



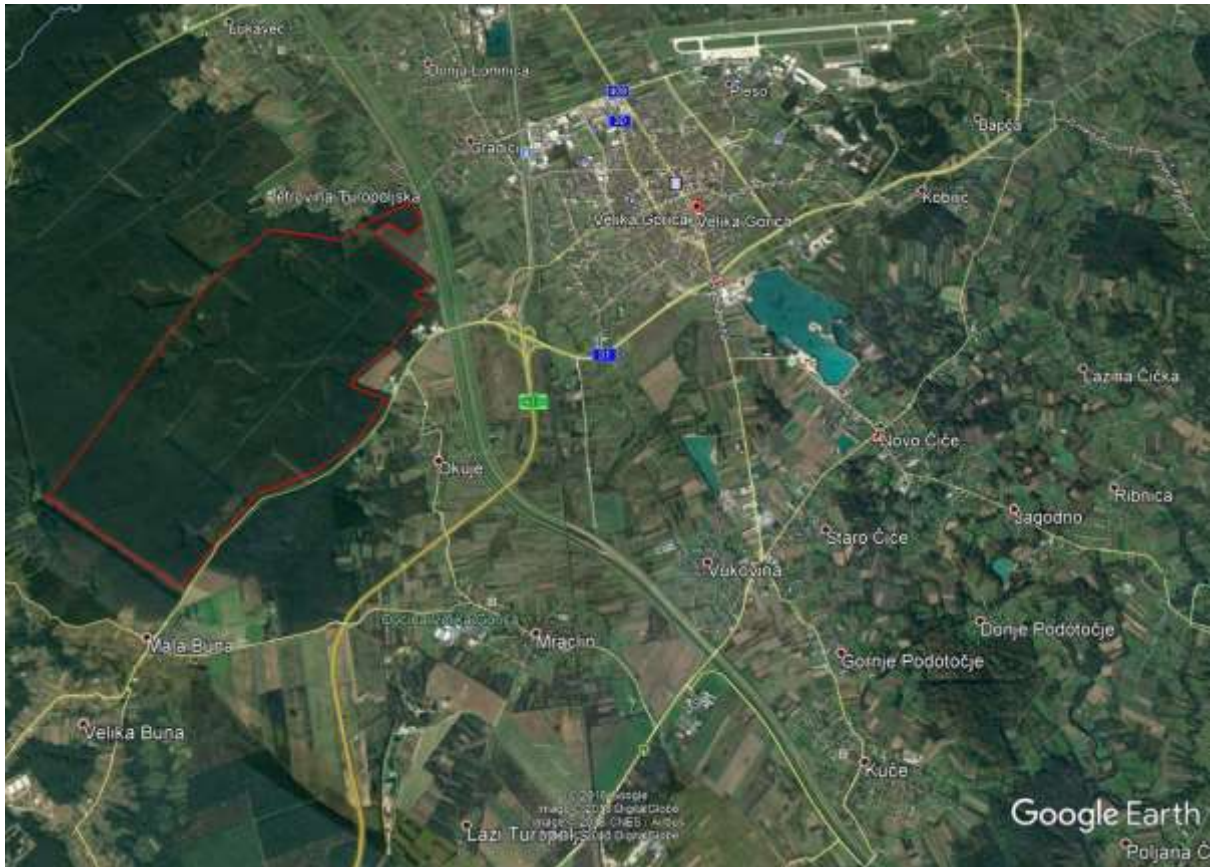
**Slika 16.** II. klasa područja izvođenja letenja

Za razliku od druge klase područja izvođenja letaćkih operacija gdje je dozvoljen prolazak ljudi bez zadržavanja, u prvoj klasi nema ljudi osim rukovatelja i osoblja nužnog za letenje.



**Slika 17.** I i II. klasa područja izvođenja letenja

Na slici 17. prikazano je područje prve i druge klase područja izvođenja letenja. Prometnica i područje lijevo od prometnice (polja kukuruza) definiraju se kao druga klasa, dok potpuno nepristupačno područje desno od prometnice definira se kao prva klasa. Prva klasa područja izvođenja letenja je područje u kojem nema izdignutih građevina niti borave ljudi u njoj i prikazana je na slici 18. na području grada Velike Gorice. To je uglavnom šumovito i potpuno nepristupačno područje za boravak ljudi. U prvoj klasi izvode se letaćke operacije kategorija A za sve bespilotne zrakoplove operativne mase do 25 kg, a B za sve bespilotne zrakoplove operativne mase od 25 kg do 150 kg. Za izvođenje operacija kategorije A i B potrebna je samo izjava operatera.



Slika 18. I. klasa područja izvođenja letenja

## 7. Prijedlozi poboljšanja regulative

U prethodnim poglavljima opisana je ograničenost djelovanja bespilotnih zrakoplova samo na nekontrolirane zračne prostore. Potrebno je novom regulativom povećati područje djelovanja bespilotnih zrakoplova na takav način da se ne poveća ugrožavanje ljudske sigurnosti.

Austin (2010) postavlja glavno pitanje u razvoju UAS regulacije - može li se temeljiti na tekućem (eng. *CS - Certification Specifications*) i da li UAS ima bitno različite karakteristike koje zahtijevaju novu regulaciju. Iako CS ne spominje specifično UAS, može se pretpostaviti da se propisi primjenjuju jednako na sve kategorije zrakoplova. Međutim, trebalo bi se ukloniti nekoliko odlomaka koji se odnose na udobnost i sigurnost putnika, a morat će se prilagoditi i odlomci koji se odnose na pilota u zrakoplovu s obzirom da se pilot/operator sada nalazi na udaljenoj pilotskoj stanici.

Primjena zrakoplova s posadom temeljila se na preletima preko manje naseljenih područja radi sigurnosnih propisa. Međutim, bespilotni zrakoplovi koji se koriste za nadzor i osiguranje moraju se kretati oko specifičnih područja i ako su ta područja naseljena tada bi samim time bila i ugrožena razina sigurnosti. Bilo koji kvar koji može dovesti do nesreće smatra se katastrofalnim, a i najniža vjerojatnost događaja mora biti prikazana. To zahtijeva nametanje najstrožih mogućih zahtjeva za pouzdanost opreme.

Kod bespilotnih zrakoplova nekontrolirani pad može uzrokovati katastrofalnu nesreću tako da je prihvatljivo čak i poželjno dopustiti bespilotnom zrakoplovu da padne na kontrolirani način, kako bi se smanjili rizici djelovanja na ljude i imovinu.

Operator bespilotnog zrakoplova se ne nalazi u kokpitu te samim time ima ograničenu percepciju stanja zrakoplova, on se oslanja samo na podatke dobivene iz bespilotnog zrakoplova koji možda ne pružaju potrebne podatke da bi se prepoznala opasnost. Također, kod daljinski upravljanih bespilotnih zrakoplova postoje kašnjenja između vremena prepoznavanja opasnosti i izvršenja korekcije zbog toga što signal mora doći do stanice na zemlji i nazad do zrakoplova. Uklanjanjem pilota iz zrakoplova pojavljuju se dodatni sigurnosni zahtjevi za upravljačku stanicu na zemlji.

Prirodne katastrofe koje utječu na instalaciju na upravljačkoj stanici na zemlju mogu rezultirati katastrofalnim nesrećama, bilo uzrokovanjem oštećenja vitalne opreme ili onesposobljavanjem operatora bespilotnog zrakoplova. Interferencija frekvencija s drugim aktivnostima može također smanjiti kvalitetu komunikacijske veze, što može dovesti do potpunog gubitka komunikacije s zrakoplovom.

Posebno je važno pitanje sigurnosti protiv zloupotrebe nadzora i komunikacijskih veza UAV-a, budući da može biti moguće da vanjski entitet ometa ili čak preuzme kontrolu nad UAV-om. Također daljnjim razvojem tehnologije te specifikacija bespilotnih zrakoplova u novoj regulativi predlaže se brisanje „Operativnih i tehničkih zahtjeva za izvođenje letačkih operacija“ navedenih u članku 14. (Dodatak 4.) Pravilnika o sustavima bespilotnih zrakoplova, te se predlaže nova kategorizacija bespilotnih zrakoplova navedena na slici 19.

Kategorija letačkih operacija	BESPILOTNI ZRAKOPLOV		IZVOĐENJE LETAČKIH OPERACIJA		ZAHTJEVI ZA PILOTA NA DALJINU		ZAHTJEVI ZA OPERATORA	
	Operativna masa bespilotnog zrakoplova	Najveća brzina bespilotnog zrakoplova prema tehničkim specifikacijama proizvođača	Dio dana	Područje izvođenja operacija	Minimalna dob	Polaganje teorijskog/praktičnog ispita	Obaveza evidentiranja/odobrenja operatora	Dokumentacija
A	OM < 250 g	< 19 m/s	Danju i/ili Noću	Naseljeno i/ili Nenaseljeno područje	Nije primjenjivo	Nije primjenjivo	Nije primjenjivo	Nije primjenjivo
B1	250g ≤ OM ≤ 900g	< 19 m/s	Danju	Nenaseljeno područje	14 godina starosti, ili manje od 14 godina starosti, pod nadzorom punoljetne osobe	Nije primjenjivo	Nije primjenjivo	Nije primjenjivo
B2	OM < 5kg	Nije primjenjivo	Danju i/ili Noću	Naseljeno i/ili Nenaseljeno područje	16 godina	Nije primjenjivo	Evidencija	Nije primjenjivo
C1	5 kg ≤ OM < 25kg	Nije primjenjivo	Danju	Nenaseljeno područje	18 godina	Položen teorijski ispit iz poznavanja primjenjivih zrakoplovnih propisa koji provodi Agencija	Evidencija	Nije primjenjivo
C2	5 kg ≤ OM ≤ 150kg	Nije primjenjivo	Danju i/ili Noću	Naseljeno i/ili Nenaseljeno područje	18 godina	a) Položen teorijski ispit iz poznavanja primjenjivih zrakoplovnih propisa koji provodi Agencija b) Demonstracija pripreme leta i letenja	Odobrenje	a) Operativni priručnik b) Zapisi o letu c) Upravljanje rizicima

Tablica 1

### Slika 19. Prijedlozi nove kategorizacije bespilotnih zrakoplova

Prema izmjenama koje navodi Fekonja (2018) nova kategorizacija bila bi definirana operativnom masom (OM) bespilotnog zrakoplova te najvećom brzinom prema tehničkim specifikacijama proizvođača. Također na slici 19. je prikazano prema kategoriji letačkih operacija u kojem dijelu dana bespilotni zrakoplovi smiju letjeti (danju/noću), područje izvođenja letačkih operacija (naseljeno/nenaseljeno), minimalna dob rukovatelja, operativni zahtjevi za upravljanje bespilotnim zrakoplovom (polaganje teorijskog/praktičnog ispita), te zahtjevi za operatora (obaveza evidentiranja/odobrenja operatora, dokumentacija). Za točno definirane kategorije bilo bi dopušteno izvođenje letačkih operacija i noću, te na visinama do 120 m, osim ako se leti u blizini prepreke koja je viša od 120 m, tada je najveća dozvoljena visina leta do 50 m iznad prepreke. Također u novoj regulativi bila bi uklonjena ograničenost letenja prema vizualnim pravilima letenja do 500 m od rukovatelja, te bi se s bespilotnim zrakoplovom moglo upravljati u cijelom području vidljivosti bespilotnog zrakoplova.

## 8. Zaključak

S naglim razvojem bespilotnih zrakoplova raste i opseg primjene, tako se bespilotni zrakoplovi danas koriste u brojnim aktivnostima. Prednost u korištenju je velika; učinkovite su, ekonomične, brze, lakše se pristupa nepristupačnom terenu bez ugrožavanja ljudskih života. Također se štedi na novčanim sredstvima i utrošenom vremenu koje je višestruko kraće.

Povećanjem upotrebe bespilotnih zrakoplova stvaraju se brojne opasnosti i rizici koji mogu ugroziti sigurnost kako bespilotnih zrakoplova, tako i ljudi na području na kojem leti. Sigurnost leta je optimalno stanje u kojem se operacije bespilotnih zrakoplova izvode u kontroliranim okolnostima i s prihvatljivim operativnim rizicima. Izvršavajući procjene operativnih rizika unaprijed bi se mogle definirati opasnosti pri korištenju bespilotnih zrakoplova. Prepoznavanjem opasnosti na temelju iskustva znanja i raspoloživih informacija, te s njome povezanih nesigurnih događaja i procjenom rizika dobiva se rezultat da li je dana operacija u danom trenutku izvediva.

Poboljšanjem i boljim definiranjem regulative o bespilotnim zrakoplovima takve procjene bi bile puno lakše napravljene. Potrebno je uspostaviti regulative koje bi sprječavale loše korištenje i negativne učinke, a opet dopuštale različitim strukama maksimalnu pozitivnu iskoristivost mogućnosti dronova.

Grad Velika Gorica specifičan je po tome što se na njemu nalazi aerodrom, te samim time se sastoji od potpuno zabranjenih zona za korištenje bespilotnih zrakoplova (do 3 km od aerodroma i prilazne/odlazne putanje) do zona u kojima je potpuno slobodno korištenje bespilotnih zrakoplova (nenaseljena područja). S aerodromom na području Velike Gorice rizici korištenja bespilotnih zrakoplova su puno veći, te bi Pravilnikom o sustavima bespilotnih zrakoplova morala biti bolje definirana upotreba i ograničenja na takvim područjima. I sudar manjih bespilotnih zrakoplova s motorom zrakoplova može imati katastrofalne posljedice. Kako bi se ispunio puni potencijal bespilotnih zrakoplova potrebno je i bolje definirati regulative od komunikacije i nadzora do veze s rukovateljem.



# Popis literature

## Knjige

1. Austin, R., Unmanned aircraft systems UAS design, development and deployment 2010
2. Arjomandi, M. "Classification Of Unmanned Aerial Vehicles," MECH ENG 3016, Aeronautical Engineering, University of Adelaide, Australia, 2008
3. Govorčin, M., Kovačić, F., Žižić, I. (2012). Bepilotne letjelice SenseFly Swinglet CAM. Ekscentar, 15, 62-68.

## Članci

1. Jurić, V., Kolobarić, J., Kvesić, V., Bjeliš, D. (2016): Bepilotne letjelice. Geodetski glasnik, 50(47), 57-67., dostupno na: [http://www.suggsbih.ba/GEODETSKI%20GLASNIK/GEODETSKI\\_GLASNIK\\_47/GG\\_47\\_Juric\\_Kolobaric\\_Kvesic\\_Bjelis.pdf](http://www.suggsbih.ba/GEODETSKI%20GLASNIK/GEODETSKI_GLASNIK_47/GG_47_Juric_Kolobaric_Kvesic_Bjelis.pdf), (pristupljeno: svibanj 2018.godine)
2. Bento M. F., (2008): Unmanned Aerial Vehicles: An Overview, dostupno na: <http://www.insidegnss.com/auto/janfeb08-wp.pdf>, (pristupljeno: travanja 2018.godine)
3. European Aviation Safety Agency (2015). Advance Notice of Proposed Amendment 2015-10: Introduction of a regulatory framework for the operation of drones. Dostupno na: <http://www.easa.europa.eu/system/files/dfu/A-NPA%202015-10.pdf>, (pristupljeno: svibanj 2018.godine)
4. Kay Wackwitz, Hendrik Boedecker (2015), SAFETY RISK ASSESSMENT FOR UAV OPERATION, Drone Industry Insights Drone Industry Insights | Safe Airspace Integration Project, Part One | Nov. 2015, Hamburg, Germany, dostupno na: [http://miningquiz.com/pdf/Drone\\_Safety/Safety-Risk-Assessment-for-UAV-Operation-Rev.-1.1.compressed.pdf](http://miningquiz.com/pdf/Drone_Safety/Safety-Risk-Assessment-for-UAV-Operation-Rev.-1.1.compressed.pdf), (pristupljeno: travanj 2018.godine)

## Prezentacije

1. Vindiš, M. (2014) Bepilotne letjelice. Dostupno 11. kolovoza 2017. s <https://prezi.com/clqouagm-1s/copy-of-bepilotne-letjelice/>, (pristupljeno: svibanj 2018.godine)
2. Fekonja Dragan, M (2018), Izmjene Pravilnika o sustavima bespilotnih zrakoplova, CCAA, dostupno na: [http://www.ccaa.hr/download/documents/read/osijek-drone-expo--nacrt-pravilnika-o-sustavima-bespilotnih-zrakoplova\\_1732](http://www.ccaa.hr/download/documents/read/osijek-drone-expo--nacrt-pravilnika-o-sustavima-bespilotnih-zrakoplova_1732), (pristupljeno: travanj 2018.godine)

## Zakoni i pravilnici

3. ICAO Cir 328, Unmanned Aircraft Systems (UAS), Canada, 2011, dostupno na: [https://www.icao.int/Meetings/UAS/Documents/Circular%20328\\_en.pdf](https://www.icao.int/Meetings/UAS/Documents/Circular%20328_en.pdf).(pristupljeno: travanj 2018.godine)

4. ICAO Safety Management Manual (SMM) 2013, dostupno na: <https://www.icao.int/safety/SafetyManagement/Documents/Doc.9859.3rd%20Edition.alltext.en.pdf>, (pristupljeno: travanj 2018.godine)
5. Narodne novine (2014) Zakon o obveznim osiguranjima u prometu, dostupno na: <https://www.zakon.hr/z/370/Zakon-o-obveznim-osiguranjima-u-prometu>, (pristupljeno: svibanj 2018.godine)
6. Pravilnik o sustavima bespilotnih zrakoplova (2015) , NN 49/15, dostupno na: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2015\\_05\\_49\\_974.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2015_05_49_974.html) Pravilnik o sustavima bespilotnih zrakoplova, NN 49/15 (pristupljeno: svibanj 2018.godine)
7. Narodne novine, Pravilnik o letenju zrakoplova, dostupno na: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018\\_04\\_32\\_646.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018_04_32_646.html), (pristupljeno: svibanj 2018.godine)

### **Završni i diplomski radovi**

1. Ivković, I (2017), Odabir vrste bespilotne letjelice primjenom podrške odlučivanja, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, dostupno na: [http://repositorij.fsb.hr/8018/1/lvkovic\\_2017\\_završni\\_preddiplomski.pdf](http://repositorij.fsb.hr/8018/1/lvkovic_2017_završni_preddiplomski.pdf), (pristupljeno: svibanj 2018.godine)
2. Matej Giljanović Identifikacija opasnosti i procjena rizika u održavanju zrakoplova Diplomski rad, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2016., dostupno na: <https://zir.nsk.hr/islandora/object/fpz%3A351>, (pristupljeno: travanj 2018.godine)

### **Članak na mrežnoj stranici koji nema autora**

1. UAVs - risk and liability challenges, dostupno na: <https://www.agcs.allianz.com/insights/expert-risk-articles/uavs-risk-and-liability-challenges/>, (pristupljeno: lipanj 2018.godine)

### **Internetski izvori**

1. Croatian civil aviation agency, [www.ccaa.hr](http://www.ccaa.hr), (pristupljeno: travanj 2018.godine)
2. Statistika za 2018. godinu, MZLZ, dostupno na: <http://www.zagreb-airport.hr/poslovn/b2b-223/statistika/statistika-za-2018-godinu/503>, (pristupljeno: travanj 2018.godine)
3. URL: <https://zir.nsk.hr/islandora/object/vuka:609/preview>, (pristupljeno: travanj 2018.godine)
4. URL: <http://docplayer.net/39900727-Identifikacija-opasnosti-i-procjena-rizika-u-odrzavanju-zrakoplova.html>, (pristupljeno: svibanj 2018.godine)
5. URL: <http://www.dronovi.hr/zakon-o-dronovima.html>

# Popis slika

1. Slika 1. Global Hawk, preuzeto s: <https://jalopnik.com/the-ten-largest-aircraft-ever-built-1688435746>
2. Slika 2. Micro UAV, preuzeto s: <https://www.allaboutcircuits.com/news/teardown-tuesday-micro-drone/>
3. Slika 3. Preplavljenost zračnog prostora, preuzeto s: <https://www.sensorsmag.com/components/exactly-what-are-your-neighborhood-drone-needs>
4. Slika 4. Vizualna linija vidljivosti bespilotnog zrakoplova, preuzeto s: [https://www.icao.int/Meetings/UAS/Documents/Circular%20328\\_en.pdf](https://www.icao.int/Meetings/UAS/Documents/Circular%20328_en.pdf)
5. Slika 5. Otkrivanje i izbjegavanje prepreka bespilotnih zrakoplova, preuzeto s: [https://www.icao.int/Meetings/UAS/Documents/Circular%20328\\_en.pdf](https://www.icao.int/Meetings/UAS/Documents/Circular%20328_en.pdf)
6. Slika 6. Dozvola za upravljanje bespilotnim zrakoplovom u Sjedinjenim Američkim Državama, preuzeto s: <https://spiritvisionfilms.com/tag/uav-commercial-pilot-license/>
7. Slika 7. Usporedba stope nesreća, preuzeto s: <https://slideplayer.com/slide/4267813/>
8. Slika 8. Rizici upravljanja bespilotnim zrakoplovom, preuzeto s: [http://www.ccaa.hr/hrvatski/faq-uas\\_377/](http://www.ccaa.hr/hrvatski/faq-uas_377/)
9. Slika 9. Matrica za procjenu sigurnosnih rizika, preuzeto s: <https://www.icao.int/safety/SafetyManagement/Documents/Doc.9859.3rd%20Edition.alltext.en.pdf>
10. Slika 10. Matrica tolerancije rizika, preuzeto s: <https://www.icao.int/safety/SafetyManagement/Documents/Doc.9859.3rd%20Edition.alltext.en.pdf>
11. Slika 11. Obrazac za identifikaciju opasnosti i upravljanje rizicima, preuzeto s: <https://repositorij.fpz.unizg.hr/islandora/object/fpz:351/preview>
12. Slika 12. Područje grada Velike Gorice, preuzeto s: <https://earth.google.com/web/>
13. Slika 13. Zabranjeno područje za korištenje bespilotnih zrakoplova, preuzeto s: <https://earth.google.com/web/>
14. Slika 14. IV. klasa područja izvođenja letenja, preuzeto s: <https://earth.google.com/web/>
15. Slika 15. III. klasa područja izvođenja letenja, preuzeto s: <https://earth.google.com/web/>

16. Slika 16. II. klasa područja izvođenja letenja, preuzeto s:  
<https://earth.google.com/web/>
17. Slika 17. I i II. klasa područja izvođenja letenja, preuzeto s:  
<https://earth.google.com/web/>
18. Slika 18. I. klasa područja izvođenja letenja, preuzeto s:  
<https://earth.google.com/web/>
19. Slika 19. Prijedlozi nove kategorizacije bespilotnih zrakoplova, preuzeto s:  
[http://www.ccaa.hr/download/documents/read/osijek-drone-expo--nacrt-pravilnika-o-sustavima-bespilotnih-zrakoplova\\_1732](http://www.ccaa.hr/download/documents/read/osijek-drone-expo--nacrt-pravilnika-o-sustavima-bespilotnih-zrakoplova_1732)

# Popis tablica

1. Tablica 1. Specifikacija mikro i mini bespilotnih zrakoplova, preuzeto s: *Govorčin M., Kovačić F., Žižić I.,(2012):Bespilotne letjelice SenseFly Swinglet CAM Ekscentar, br. 15, pp62-68*
2. Tablica 2. Kategorije letačkih operacija, preuzeto s: <https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/dodatni/435818.pdf>
3. Tablica 3. Vjerojatnost rizika, preuzeto s: <https://www.icao.int/safety/SafetyManagement/Documents/Doc.9859.3rd%20Edition.alltext.en.pdf>
4. Tablica 4. Ozbiljnost rizika, preuzeto s: <https://www.icao.int/safety/SafetyManagement/Documents/Doc.9859.3rd%20Edition.alltext.en.pdf>