

# Mogućnost primjene dronova u civilne svrhe

---

**Babić, Ivan**

**Master's thesis / Diplomski 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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:119:624186>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-04-17**



*Repository / Repozitorij:*

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



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

**Ivan Babić**

**MOGUĆNOST PRIMJENE DRONOVA U**  
**CIVILNE SVRHE**

**DIPLOMSKI RAD**

**Zagreb, 2018.**

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**  
**POVJERENSTVO ZA DIPLOMSKI ISPIT**

Zagreb, 28. ožujka 2018.

Zavod: **Zavod za zračni promet**  
Predmet: **Nekonvencionalno zrakoplovstvo**

**DIPLOMSKI ZADATAK br. 4710**

Pristupnik: **Ivan Babić (0135214858)**  
Studij: **Promet**  
Smjer: **Zračni promet**

Zadatak: **Mogućnost primjene dronova u civilne svrhe**

**Opis zadatka:**

U uvodnom dijelu potrebno je definirati predmet istraživanja, svrhu i cilj istraživanja, dati pregled dosadašnjih istraživanja razmatrane tematike, predložiti strukturu rada prema poglavljima te definirati očekivane rezultate istraživanja.

Kronološki prikazati razvoj dronova te predložiti klasifikaciju.

Ukazati na regulatorne propise o operacijama dronova na primjerima regulative u SAD-u, europskoj i nacionalnoj razini.

Predložiti konkretne primjere uporabe dronova - poseban naglasak staviti na trenutnu primjenu dronova u civilne svrhe te dati primjere i mogućnosti buduće implementacije.

Interpretirati zaključna razmatranja o mogućnostima primjene dronova u civilne svrhe.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za  
diplomski ispit:

---

izv. prof. dr. sc. Andrija Vidović

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

## **DIPLOMSKI RAD**

### **MOGUĆNOST PRIMJENE DRONOVA U CIVILNE SVRHE**

### **POTENTIAL APPLICATION OF DRONES IN COMMERCIAL PURPOSES**

Mentor: izv. prof. dr. sc. Andrija Vidović

Student: Ivan Babić

JMBAG: 0135214858

Zagreb, rujan 2018.

# SAŽETAK

Tehnologija bespilotnih letjelica (ili dronova – izraz koji će se koristiti u ovom diplomskom radu) prvotno je napravljena radi vojne upotrebe te kako bi olakšala izvođenje i egzekuciju vojnih akcija. Primjera radi, od akcija bombardiranja sa sigurne udaljenosti preko logističke pomoći pa sve do akcija špijunaže i nadzora samih područja zaraćenih zemalja. Vremenom su ljudi shvatili da se tehnologija bespilotnih letjelica može efikasno iskoristiti i u civilne svrhe kako bi se poboljšala kvaliteta života i rasteretilo određene djelatnosti koje je do tada čovjek sam morao osobno obavljati.

Danas je upotreba dronova uobičajena stvar u komercijalnim djelatnostima poput dostave paketa, praćenja prometa, nadzora granica te različitih pregleda i inspekcija nedostupnih infrastruktura, a potencijali primjene dronova u budućnosti su gotovo neograničeni.

U ovom diplomskom radu tema dronova je obrađena kroz sistematizirani pregled značajki i mogućnosti bespilotnih letjelica koji su u trenutnoj upotrebi s ciljem detektiranja djelatnosti unutar civilnog sektora gdje bi njihova upotreba potencijalno pomogla i rasteretila potrebe za angažmanom ljudi. Naglasak istraživanja u diplomskom radu je analiza upotrebe dronova u civilne svrhe, od njihovog nastanka preko razvoja do pregleda zakonskih regulativa bez kojih je upotreba dronova u praksi nemoguća.

Ključne riječi: bespilotne letjelice; komercijalna upotreba; regulativa

## SUMMARY

The technology of unmanned aerial vehicles (or drones – a term that will be used in this graduate thesis) was originally designed for military use and to facilitate the execution of military actions. For example, from bombing operations from safe distance through logistical assistance to spyware and surveillance actions in the areas of the warring countries themselves. Over time, people realized that unmanned aviation technology can also be used efficiently for civilian purposes in order to improve the quality of life and relieve certain activities that the man had to do in by himself. Today, the use of unmanned aerial vehicles is the most normal thing in commercial activities such as package delivery, traffic monitoring, border controls, and various inspections of inaccessible infrastructure, further more, the potential use of drones in future is almost unlimited. In this graduate thesis the topic is elaborated through a systematic overview of the characteristics and capabilities of unmanned aerial vehicles that are currently in use with the aim of detecting activities within the civil sector where their use potentially helps and relieves need of human involvement. The emphasis of research in graduate thesis is the analysis of the use of drones for civil purposes, from their emergence through development to the examination of legal regulations without which the use of drones in practice is impossible.

Key words: unmanned aerial vehicle; commercial use; regulations

# SADRŽAJ

|                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. UVOD .....                                                                       | 1  |
| 2. RAZVOJ I OSNOVNE KARAKTERISTIKE DRONOVA.....                                     | 3  |
| 2.1. Povijest i razvoj dronova.....                                                 | 3  |
| 2.2. Terminologija i podjela sustava dronova .....                                  | 10 |
| 2.3. Podjela i klasifikacija dronova .....                                          | 11 |
| 3. PREGLED REGULATIVE O CIVILNOJ UPORABI DRONOVA .....                              | 15 |
| 3.1. Europska regulativa.....                                                       | 15 |
| 3.1.1. Europska regulativa s obzirom na težinu bespilotne letjelice .....           | 15 |
| 3.1.2. EASA-ina uredba 201X/XXX.....                                                | 15 |
| 3.1.3. U-prostor .....                                                              | 16 |
| 3.1.4. Pregled regulative o uporabi dronova u Europi .....                          | 17 |
| 3.2. Pregled zakonske regulative o uporabi dronova u Sjedinjenim Američkim Državama | 18 |
| 3.3. Zakonska regulativa o uporabi dronova u Republici Hrvatskoj.....               | 20 |
| 4. MOGUĆNOST PRIMJENE DRONOVA U VOJNE SVRHE.....                                    | 27 |
| 4.1. Podjela vojnih dronova i njihova namjena .....                                 | 27 |
| 4.2. Prikaz najčešće upotrebljavanih modela dronova u vojne namjene.....            | 29 |
| 4.2.1. RQ – 4A/B Global Hawk .....                                                  | 29 |
| 4.2.2. Heron TP Eitan.....                                                          | 30 |
| 4.2.3. Schiebel Camcopter S-100 .....                                               | 31 |
| 4.2.4. General Atomics MQ-9 Reaper.....                                             | 32 |
| 4.2.5. Dassault nEUROn .....                                                        | 33 |
| 4.2.6. Northrop Grumman X-47B .....                                                 | 34 |
| 5. MOGUĆNOST PRIMJENE DRONOVA U CIVILNE SVRHE .....                                 | 36 |
| 5.1. Dostava paketa pomoću dronova .....                                            | 37 |
| 5.2. Poljoprivreda i dronovi.....                                                   | 38 |
| 5.3. Uber elevate projekt .....                                                     | 40 |
| 5.4. Inspekcija komercijalnog zrakoplova korištenjem drona.....                     | 41 |
| 5.5. Sustav osvjjetljenja.....                                                      | 42 |
| 5.6. Primjena dronova kod procjene štete i osiguranja .....                         | 44 |
| 6. ZAKLJUČAK .....                                                                  | 46 |
| LITERATURA.....                                                                     | 48 |
| POPIS SLIKA .....                                                                   | 53 |
| POPIS TABLICA.....                                                                  | 53 |
| POPIS GRAFIKONA .....                                                               | 53 |
| POPIS KRATICA .....                                                                 | 54 |

# 1. UVOD

Promet kao jedna od najvažnijih gospodarskih grana u gospodarskom sustavu mora pratiti trendove razvoja ostalih gospodarskih grana koje su neminovno međusobno povezane sa prometom. Bez tehnike i tehnologije prometa, svijet kakav danas poznajemo ne bi bio ni približno isti. Promet kao djelatnost direktno utječe na mnoge sustave u svijetu i zato je cilj da se nove i neistražene tehnologije razvijaju iz dana u dan kako bi se optimizirali navedeni međusobno povezani sustavi. Jedna od takvih tehnologija su i dronovi. Dronovi su izvorno bili napravljeni i namijenjeni isključivo u vojne svrhe. Opće je poznato da su ratovi veliki generatori razvoja novih tehnologija u svijetu pa je takav slučaj bio i sa dronovima.

Nije dugo trebalo da čovjek uvidi prednosti dronova u civilnoj odnosno komercijalnoj upotrebi te da krene sa primjenom u praksi. Dronovi koji se koriste u civilnoj upotrebi najčešće se koriste u djelatnostima poput dostave paketa, promatranja granica, inspekcije nedostupnih infrastruktura, oprašivanje polja u poljoprivredi, nadzora prometa te drugim djelatnostima.

Svrha istraživanja u ovome diplomskom radu je napraviti sistematizirani pregled karakteristika i mogućnosti dronova koji su u trenutnoj upotrebi za civilne svrhe s ciljem detektiranja djelatnosti unutar civilnog sektora u kojima bi iste mogle značajno pridonijeti rasterećenju obavljanja radnji od strane ljudi.

Također će biti dan prikaz djelatnosti u kojima su dronovi već našli svoju primjenu, ali će također biti predložene i one djelatnosti u kojima bi dronovi tek trebali pronaći svoju širu primjenu. Naglasak će biti na uporabi dronova u civilne svrhe, prvenstveno na usluge dostave pošiljaka, u agronomiji, inspekciji komercijalnog zrakoplova, sustava osvjetljenja itd.

Stoga će u ovom diplomskom radu biti izložena tematika bespilotnih letjelica, mogućih primjena i načina eksploatacije istih. Rad je podijeljen na nekoliko tematskih cjelina, kako slijedi:

1. Uvod
2. Razvoj i osnovne karakteristike bespilotnih letjelica
3. Pregled regulative o civilnoj uporabi dronova
4. Mogućnost primjene dronova u vojne svrhe
5. Mogućnost primjene dronova u civilne svrhe
6. Zaključak

U drugom poglavlju rada je opisana terminologija vezana za osnovne karakteristike dronova te njihova podjela prema različitim uvjetima rada. Također je prikazan povijesni razvoj upotrebe bespilotnih letjelica kao temelja za daljnji razvoj i korištenje bespilotnih letjelica.

U trećem poglavlju je obrađena e tematika regulacije leta bespilotnih letjelica. Napravljena je podjela na svjetsku i europsku regulativu iz razloga izravne nadležnosti u slučaju RH i lokalnog okruženja. Obradeni su temeljni zakoni i regulative, kao i tijela koja donose i provode te iste zakone i regulative.

Četvrto poglavlje daje prikaz primjene dronova u vojne svrhe. Sadržaj poglavlja obuhvaća službenu podjelu vojnih bespilotnih letjelica te daje prikaz nekih od najpoznatijih dronova koji se koriste u vojne svrhe. Prikazane su i mogućnosti njihove upotrebe kroz različite vojne akcije i podršku te njihova uloga u današnjoj vojnoj industriji.

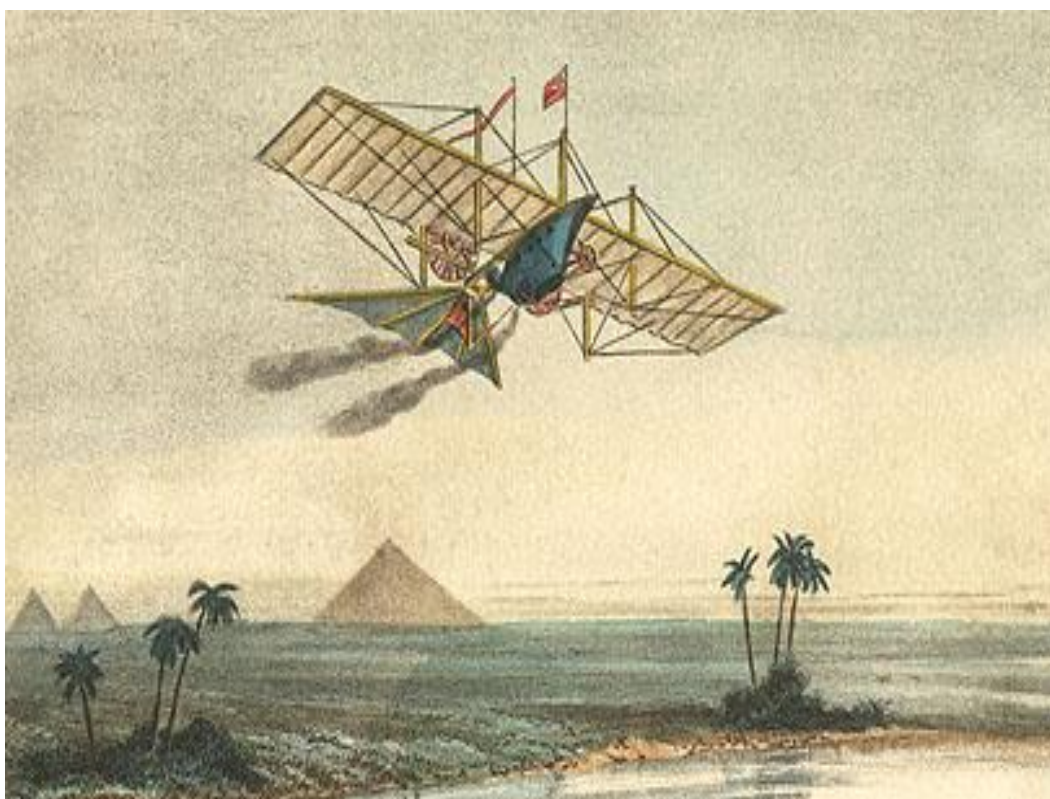
Peto, ujedno i pretposljednje poglavlje, obuhvaća dosadašnja istraživanja u svezi civilne primjene bespilotnih letjelica te potencijalno njihovu moguću primjenu u neistraženim situacijama i djelatnostima. Obrađuje se i analizira inovativne ideje vezane za civilnu upotrebu dronova s ciljem rasterećenja i olakšanja određenih ljudskih djelatnosti i poslova.

Posljednje, šesto, poglavlje iznosi zaključke na temelju ranije izložene materije.

## 2. RAZVOJ I OSNOVNE KARAKTERISTIKE DRONOVA

### 2.1. Povijest i razvoj dronova

Prije prvog leta zrakoplovom braće Wright, bilo je nekoliko pokušaja korištenja letjelica lakših od zraka bez ljudske posade. Povijesni dokumenti dokazuju da je prvi dron napravljen 425. godine prije Krista. To je bio mehanički golub koji je mahao krilima, a energiju je dobivao preko mehanizma smještenog u predjelu trbuha. Imao je maksimalni dolet 200 metara. Tijekom pionirskih početaka zrakoplovstva većina graditelja i izumitelja svoje je nacрте prvo isprobavala na različitim modelima, koje se može nazvati pretečama današnjih dronova. John Stringfellow i William Henson, obojica Englezi, udružili su se 1848. godine izgradili prvi dron s propelerom pokretan na paru. Ovaj zrakoplov, razmaha krila 3 metra, nazvali su Zračna parna kočija (Slika 1.). Spomenuti model je uspješno letio pedesetak metara.



*Slika 1. Zračna parna kočija*

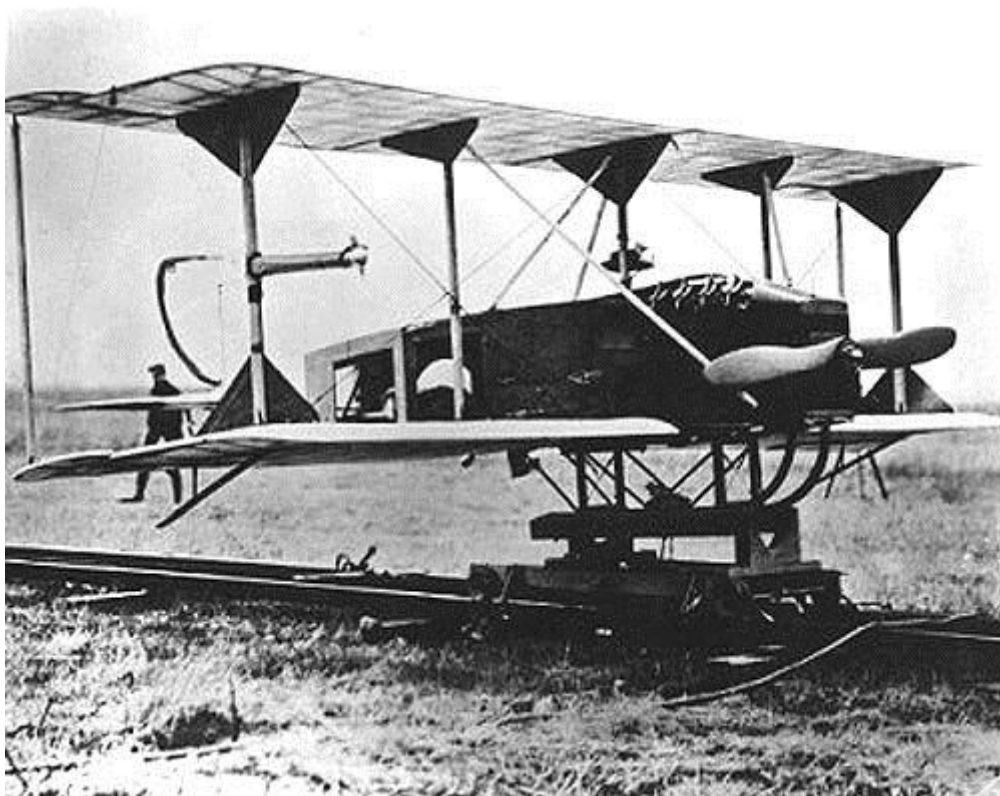
*Izvor: [1]*

U doba Francuske revolucije, francuske su postrojbe za izviđanje koristile postrojbe koje su se okoristile balonima, prvo na pogon toplim zrakom, a kasnije i vodikom. Iako su ranije navedene letjelice korištene u Francuskoj revoluciji u osamnaestom stoljeću imale posade, njihova se namjena podudara sa ulogom dronova danas. Te su postrojbe, kako je navedeno u izvoru [2], bile zadužene za promatranje neprijateljskih kretanja te se promatrajući isključivo njihovu vojnu namjenu izviđanja kao najkritičnije faze operacije u pogledu njene uspješnosti, mogu smatrati preteče modernih dronova. Kako navodi autor [2], uloga letjelica ne razlikuje se ni u kojem pogledu od namjene suvremenih dronova u vojnoj namjeni, posebice u visokotehnološkom dobu sukoba u Iraku i Afganistanu, gdje se u moderno vrijeme upotrebom lako dostupnih komponenata, po prihvatljivoj cijeni ovakve letjelice učestalo koriste u svrhu nadgledanja prostora, bez rizika ljudskih žrtava, a s izrazito visokom točnošću.

Prvi zapisi o korištenju dronova potječu iz 1849. godine, točnije 22. kolovoza 1849. godine kada su Austrijanci napali Veneciju bespilotnim balonima napunjenim eksplozivom, puštenim s bojnog broda. Iako je nekoliko balona došlo do svog cilja, ostatak je vjetar otpuhao nazad preko austrijskih linija [3].

Tijekom Američkog Građanskog rata (1861. - 1865.), sjevernjaci su pokušavali koristiti balone sa zapaljujućim bombama u nadi da će ih vjetar odnijeti iza neprijateljskih linija gdje su trebali izazvati požare. Ovakvih pokušaja bilo je i tijekom 20. stoljeća. Tijekom drugog svjetskog rata Japan je puštao balone, pokušavajući iskoristiti jake struje na velikim visinama u nadi da će uspjeti doći do obala Amerike [4].

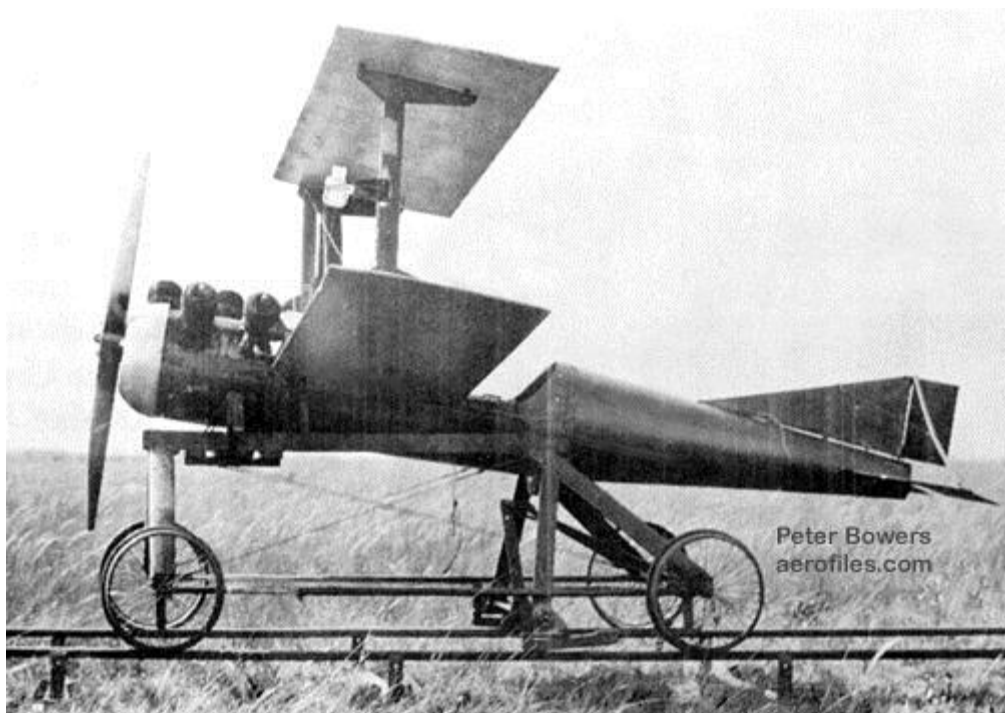
Daljnji tijek razvoja tehnologije dronova u budućnosti uvelike je bio determiniran ratovima. Počevši od prvog svjetskog rata pa sve do Zaljevskog rata u modernoj povijesti u nazad par desetaka godina koji su bili najveći generator razvoja tehnologije dronova. Jedan od pionira i pilot projekata razvoja dronova u prvom svjetskom ratu bio je razvoj drona pod imenom Automatic Airplane (Slika 2.) od strane američkih inovatora Elmera Sperrya i Petera Cooper Hewitta. Sa svojim timom ljudi su žurno počeli raditi na projektu i završavati ga nakon Američke objave rata Njemačkoj 1917. godine. Što se tiče opreme za dronove nije bilo problema, ali se uvelike radilo na razvoju i dogradnji sustava kontrole letjelica pomoću radio valova odnosno radio frekvencija. Testni let je bio u devetom mjesecu 1917. godine sa čovjekom kao osiguračem na repu letjelice za vrijeme uzlijetanja. Unutar dva mjeseca, razvijeni bespilotni sustav je bio u stanju preletjeti četrdeset osam kilometara do svoje mete i izbaciti teret na metu sa preciznošću unutar tri kilometra [5].



*Slika 2. Automatic Airplane*

*Izvor: [5]*

Iz Hewitt-Sperry projekta Automatic Airplanea nastala je njegova bolja inačica nazvana *Kettering Bug* 1918. godine koji se može vidjeti na slici 3., od strane američkog inženjera i inovatora Charlesa Ketteringa. Poznat još kao i „*flying bomb*“, bespilotni sustav Ketteringa je mogao pogoditi metu na udaljenosti i do 121 kilometra što je bio značajan napredak u odnosu na njegove prethodnike. „*The Bug*“ je imao mogućnost postizanja brzine od osamdesetak kilometara na sat, a tadašnja cijena na tržištu mu je bila 400 dolara. Njegov prvi i testni let nažalost nije prošao očekivano dobro 02.10.1918. godine. Letjelica se počela penjati prebrzo i neplanirano te se na kraju i urušila. Nakon testnog leta, bilo je još letova, većinom neuspješnih te zbog njegove nepouzdanosti, „*The Bug*“ nikada zapravo nije bio upotrebljen na bojištu [6].



*Slika 3. Kettering Bug*

*Izvor: [7]*

Nakon Prvog svjetskog rata došao je još veći generator razvoja vojne tehnologije, Drugi svjetski rat. Amerikanci su se okrenuli razvoju zračnih raketa, još znanih i kao zračna torpeda. Uz razvoj zračnih raketa, za razvoj dronova je bio zadužen čovjek pod imenom Reginald Danny koji je dobio ugovor sa vojskom SAD-a te im obećao isporučiti više tisuća dronova koji bi radili na principu kontrole putem radio frekvencija. Većina napravljenih dronova je služilo vojsci kao dronovi mete za vježbanje vojnih pilota i njihovu pripremu prije odlaska na prvu crtu bojišnice. Uz dronove mete, tim stručnjaka iza Reginalda napravio je drona pod nazivom Radioplane OQ-2 (Slika 4.) koji je bio prvi masovno proizveden prototip drona od strane Američke vojske. Postao je najkorišteniji dron u Drugom svjetskom ratu što potvrđuje i podatak da je proizveden u više od 9.400 primjeraka [6].



*Slika 4. Polijetanje Radioplanea OQ-2*

*Izvor: [8]*

Slijedom povijesnih događaja, nakon Drugog svjetskog rata počeo je Hladni rat, takozvani rat istoka i zapada svijeta. Sjedinjene Američke Države su pokušavale obuzdati širenje komunizma napredujući svakim danom u razvoju vojne tehnologije koja je vrhunac prednosti imala razvojem nuklearnog oružja. U to vrijeme, bespilotne letjelice su primarno bile rađene u svrhu špijunaže neprijateljske infrastrukture iza njihovih linija i granica. Uz primarnu svrhu, dronovi su zadržali svoju tadašnju sekundarnu svrhu u korištenju istih kao pokretne mete za pilote lovaca na treningu i školovanju.

Ranih 1950.-ih godina, tvrtka Ryan Aeronautical Company je proizvela 32 bespilotne letjelice pogonjene mlaznim motorima koje su letjele podzvučnom brzinom znane kao Ryan „Firebee“. Firebee-ov UAV (Unmanned Aircraft Vehicle) dizajn je dominirao svjetskom poviješću u razvoju dronova koji se može vidjeti na slici 5. Spomenuti model je bio opremljen modernim raketnim sustavom koji je imao mogućnost praćenja ciljane mete.



*Slika 5. Ryan Firebee*

*Izvor: [9]*

Motivirani od strane Hladnoga rata i razvoja boljeg i naprednijeg naoružanja od konkurenata, SAD sredinom 50-ih godina prošlog stoljeća izrađuje prvi upotrebljivi bespilotni helikopter Dash QH-50 proizveden za borbu [10]. Izrađeno je otprilike 800 primjeraka, te su upravljani daljinskim upravljačem, kretali sa palube mornaričkog nosača zrakoplova. Također su mogli biti upravljani sa zrakoplova koji je imao letačku posadu ili direktno iz kopnenog vozila u određenom radijusu kretanja. Bili su punjeni raznolikim naoružanjem, od pratećih raketa, preko raznovrsnih dimnih zavjesa koje su služile kao diverzija napada ili pomoć u obrani, pa do velikih strojica sa svake strane letjelice. Dash QH-50 (Slika6.) je višestruko korišten u svakojakim misijama za vrijeme invazije SAD-a na Vijetnam 1960-ih godina koji je ujedno bio i rat u kojemu je SAD imao najveću primjenu dronova do tada u povijesti, sa brojkom od otprilike 3.400 misija i više u ukupnom zbroju. Već 10 godina kasnije, cijeli razvojni program oko bespilotnog helikoptera je ugašen, a ostatak operativnih QH-50 su iskorišteni kao dronovi mete.



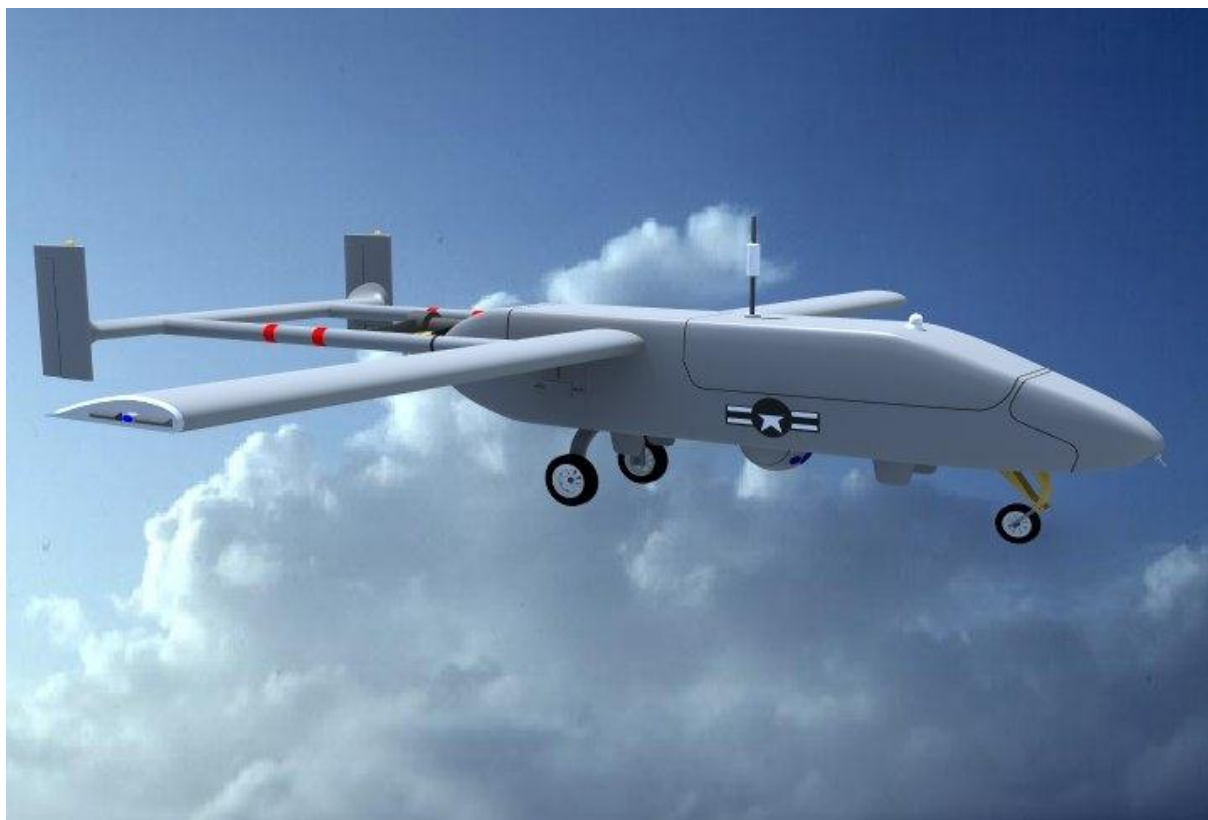
*Slika 6. Slijetanje Dash-a QH-50 na palubu nosača zrakoplova*

*Izvor: [11]*

Razvoj dronova je na kratko pauziran nakon Vijetnamskog rata zbog vladine odluke da smanji budžet trošen na tu vrstu vojne tehnologije. To je trajalo desetak godina, sve do kasnih 1970-ih godina kada je Američka vojska krenula u novu akciju razvojnog programa nazvanog „Aquila“. Procijenjeno je da je tadašnji budžet novog razvojnog programa dronova koštao otprilike 123 milijuna dolara za četverogodišnji razvojni ciklus, praćen sa još dodatnih 440 milijuna potrošenih dolara za proizvodnju 780 novih Aquila dronova. Zbog velikih troškova (skoro bilijun dolara utrošenih u program), nemogućnosti isporuke i poštivanja rokova dostave te tehničkih nedostataka, cijeli program je ukinut 1987. godine.

Ono što nije pošlo za rukom Američkoj vojsci, uspjelo je Izraelskoj vojsci. Israeli Aircraft Industries je od 1973. do 1982. godine proizveo više različitih, operativnih i isplativih bespilotnih letjelica koje je Američka vojska odmah otkupila. Točnije, najviše ih je zanimao model zvan RQ-2 Pioneer kojeg vidimo na slici 7. ispod teksta, sličan Aquila modelu, pogonjen klipnim motorima pomoću kojih je dostizao brzine i do 200 km/h te prelazio udaljenosti od 185 kilometara. Baš je taj model drona najviše bio korišten od strane Američke

vojske u Zaljevskom ratu početkom devedesetih godina i to pretežito za misije nadgledanja i špijunaže. Naručeno je 175 primjeraka koji su korišteni sve do 2007. godine. kada su povučeni iz službe. Pioneer je bio generacijsko otkriće, prijelaz i pokazatelj usmjerenja istraživanja buduće UAV tehnologije u SAD-u, dizajn i tehnologija Pioneera su preteča modernih „strojeva ubojica“ poput Predatora i Global Hawka u nedalekoj budućnosti [10].



*Slika 7. Prikaz Pioneera RQ-2 u letu*

*Izvor: [12]*

## **2.2. Terminologija i podjela sustava dronova**

Terminologija se u modernom korištenju dronova klasificirala selekcijom prilikom opće upotrebe . Prema navedenoj literaturi, znanstvenom radu iz 2015. godine [13], označavanje i određivanje unutar kategorije dronova akronima UV (Unmanned Vehicle) dijeli se na dvije skupine:

- RemotelyOperatedVehicles (ROV) – daljinski upravljane letjelice

- Autonomous Vehicles (AV) – autonomne letjelice

Isti izvor navodi i podjelu svih bespilotnih vozila s prometnog aspekta, kako slijedi:

- Unmanned Aerial Vehicles (UAV)
- Unmanned Ground Vehicles (UGV)
- Unmanned Marine Vehicles (UMV)

Nastavno, spominje se i kako se zajednička nomenklatura za sve bespilotne letjelice u obliku „dron“-a može primijeniti na sve sljedeće letjelice: Unmanned Aircraft (UA), Unmanned Aerial Vehicles (UAV), Unmanned Aircraft Systems (UAS), Pilotless Aircraft, Pilotless Aerial Vehicles (PAV), Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS), Remotely Piloted Aircraft (RPA).

### 2.3. Podjela i klasifikacija dronova

Općenito, za dronove vrijede jednake bazne podjele kao i za klasične letjelice s ljudskom posadom: podjela prema namjeni, podjela po masi i podjela na letjelice sa fiksnim krilima te letjelice sa rotorom ili rotorima. S obzirom na to da ne postoji jedinstveni zakonski okvir kojim se definira područje upotrebe ovih letjelica, trenutno ne postoji jedinstvena i opće prihvaćena klasifikacija bespilotnih letjelica. Sve daljnje podjele mogu se vršiti po nizu specifičnih namjena, karakteristika i performansi letjelice [14].

Prvotna i osnovna podjela je prema namjeni, dronove generalno dijelimo na letjelice za vojnu ili civilnu upotrebu. Letjelice za civilnu upotrebu dodatno se može podijeliti na:

- bespilotne letjelice za komercijalnu upotrebu,
- bespilotne letjelice za nekomercijalnu upotrebu.

Prema UAV-International, podjela dronova s obzirom na visinu leta, dolet i istrajnost je raspoređena u sljedeće kategorije, što se vidi i iz tablice 1.:

#### A. Taktičke dronove (Tactical UAVs)

- 1) Micro
- 2) Mini
- 3) Nano
- 4) Bliskog doleta (Close Range)
- 5) Kratkog doleta (Short Range)
- 6) Srednjeg doleta (Medium Range)
- 7) Srednjeg doleta i istrajnosti (Medium Range Endurance)
- 8) Nisko leteće – dubokog prodiranja (Low Altitude Deep Penetration)

- 9) Nisko leteće s dugom istrajnosti (Low Altitude Long Endurance)
- 10) Srednje leteće s dugom istrajnosti (Medium Altitude Long Endurance)

B. Stratejske dronove (Strategic UAVs)

- 11) Visoko leteće s dugom istrajnosti (High Altitude Long Endurance)

C. Dronove za specijalne namjene (Special Purpose UAVs)

- 12) Stratosferske (Stratospheric)
- 13) Bepilotne borbene letjelice (UCAV – Unmanned Combat Aerial Vehicle)
- 14) Smrtonosne (Lethal)
- 15) Mamci (Decoy)
- 16) Zračne mete (Aerial Targets)
- 17) Svemirske (Space)

Tablica 1. Specifikacije i klasifikacija bepilotnih letjelica

| KATEGORIJA                                     | DOLET (km) | VISINA (m)       | ISTRAJNOST (h) |
|------------------------------------------------|------------|------------------|----------------|
| <b>Taktičke bepilotne letjelice</b>            |            |                  |                |
| Micro                                          | <10        | 250              | 1              |
| Mini                                           | <10        | 150 do 300       | <2             |
| Bliskog doleta                                 | 10 do 30   | 3.000            | 2 do 4         |
| Kratkog doleta                                 | 30 do 70   | 3.000            | 3 do 6         |
| Srednjeg doleta                                | 70 do 200  | 5.000            | 6 do 10        |
| Srednjeg doleta i istrajnosti                  | >500       | 8.000            | 10 do 18       |
| Nisko leteće – dubokog prodiranja              | >250       | 50 do 9.000      | 0,5 do 1       |
| Nisko leteće s dugom istrajnosti               | >500       | 3.000            | >24            |
| Srednje leteće s dugom istrajnosti             | >500       | 14.000           | 24 do 48       |
| <b>Strateške bepilotne letjelice</b>           |            |                  |                |
| Visoko leteće s dugom istrajnosti              | 2.000      | 20.000           | 24 do 48       |
| <b>Bepilotne letjelice s posebnom namjenom</b> |            |                  |                |
| Stratosferske                                  | >2.000     | 20.000 do 30.000 | >48            |
| Bepilotne borbene letjelice                    | 1.500      | 10.000           | 2              |
| Smrtonosne                                     | 300        | 4.000            | 3 do 4         |
| Mamci                                          | 0 do 500   | 5.000            | <4             |
| Svemirske                                      | U razvoju  | U razvoju        | U razvoju      |

Izvor: [15]

Nadalje slijedi podjela dronova prema masi prilikom koje su uzeti u obzir operativni parametri, a ne zakonski, odnosno regulatorni [15]:

- „super teški“ dronovi – letjelice teže od 2 tone (X-45, Darkstar, Predator B i Global Hawk),
- teški dronovi – letjelice između 200 i 2.000 kilograma (Outrider, Fire Scout,...),
- srednje teški dronovi – letjelice između 50 i 200 kilograma (Raven, Phoenix,...),
- lagani dronovi – letjelice između 5 i 50 kilograma (npr. RPO Midget),
- micro dronovi – letjelice lakše od 5 kilograma (npr. Dragon Eye).

Iduća klasifikacija UAV-a je prema istrajnosti i doletu, za što je potrebno spomenuti kako je letjelica koja ima veći dolet posljedično uzročno i istrajnija [15]:

- veliki UAV – letjelice koje su u stanju letjeti 24 sata i više, a dolet im je od 1.500 do 22.000 kilometara (npr. Global Hawk),
- srednji UAV – letjelice koje su u stanju letjeti između 5 i 24 sata i to je najčešći tip bespilotnih letjelica, a mogu prijeći između 100 i 400 kilometara (npr. Predator),
- mali UAV – letjelice koje su u stanju letjeti kraće od 5 sati i koriste se za kraće misije do 100 kilometara (npr. Pointer).

Podjela dronova prema visini odnosno plafonu leta je također bitna podjela koja slijedi kako je navedeno [15]:

- niska visina – letjelice kojima je plafon leta do 1.000 m (npr. Pointer),
- srednja visina – letjelice kojima je plafon leta od 1.000 do 10.000 m (npr. Finder),
- velika visina – letjelice kojima je plafon leta viši od 10.000 m (npr. Darkstar).

Podjela dronova prema konstrukciji krila:

- UAV sa fiksnim krilom,
- UAV sa rotirajućim krilom,
- UAV lakši od zraka,
- UAV teži od zraka.

S obzirom na naseljenost i izgrađenost određenog dijela grada odnosno naselja, područja letačkih operacija dronova su podijeljene slijedećim redom na klase [16]:

1. Klasa I – područje u kojem nema izdignutih infrastruktura i u kojem nema ljudi, osim ovlaštenih osoba i rukovatelja letačkih operacija dronova.
2. Klasa II – područje u kojem postoje pomoćni gospodarski objekti koji nisu napravljeni za boravak ljudi i u kojem nema ljudi, osim osoblja ovlaštenog za letačke operacije. Dopušten je samo povremeni prolazak ljudi bez zadržavanja (ljudi u šetnji ili na biciklima i sl.).
3. Klasa III – područje u kojem postoje građevine koje su primarno izgrađene za stanovanje, u svrhu poslovnih prostora ili za rekreaciju (stambene zgrade, obiteljske kuće, škole, uredi, sportski tereni, parkovi i slično).
4. Klasa IV – uža središta urbanih zona (gradova, naselja i mjesta).

*Tablica 2. Kategorije letačkih operacija dronova*

| Klasa sustava<br>bespilotne<br>letjelice: | Neizgrađeno<br>područje | Izgrađeno<br>nenaseljeno<br>područje | Naseljeno<br>područje | Gusto<br>naseljeno<br>područje |
|-------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Do 5 kg                                   | A                       | A                                    | B                     | C                              |
| Od 5 do 25 kg                             | A                       | B                                    | C                     | D                              |
| Od 25 do i 150<br>kg                      | B                       | C                                    | D                     | D                              |

*Izvor: [16]*

Kategorije označene u tablici 2. slovima od A do D označavaju razine rizika koje predstavljaju djelovanje dronova na određenom području. Tako na primjer oznaka A označava letačke operacije koje ne prijete ljudima i okolini, dok oznaka D predstavlja najrizičnije letačke operacije unutar naseljenih područja [16].

### **3. PREGLED REGULATIVE O CIVILNOJ UPORABI DRONOVA**

Zakonski okvir civilne upotrebe dronova je jedan od važnijih aspekata razvoja istoimene tehnologije te neizbježna stavka operativnog i sigurnosnog djelovanja dronova. Postoje regulative kojima podilaze države svijeta ovisno o njihovom članstvu kod velikih agencija na svjetskim razinama (npr. europske države koje podilaze zakonima EASA-e punog naziva European Aviation Safety Agency ili npr. Sjedinjene Američke Države koje poštuju zakone FAA ili ti Federal Aviation Administrationa). Uz svjetske regulative također postoje zakoni i regulative na nacionalnim razinama pojedinih država koji mogu biti i restriktivniji od zakona na razini EASA-e i sličnih agencija koji se moraju poštivati. Regulative su detaljnije pojašnjene u potpoglavljima koja slijede.

#### **3.1. Europska regulativa**

##### **3.1.1. Europska regulativa s obzirom na težinu bespilotne letjelice**

Kako je navedeno u poglavlju 2.3.1. podjela dronova obzirom na masu osigurava pravodobnu i ispravnu regulativu uzevši u obzir karakteristike pojedinih tipova UAV-a. Europska agencija za sigurnost zračnog prometa prepoznala je veliki porast broja dronova u civilnoj upotrebi zbog sve veće dostupnosti nužnih komponenata, kao i tehnološkog uzleta pripadajućih sustava, naročito u kategoriji dronova lakših od 25 kilograma. Obzirom da, prema izvoru [17], svaki dron lakši od 150 kg prilikom polijetanja spada u nadležnost Europske agencije, od strane agencije ustanovljena su dva glavna sigurnosna rizika:

- zračni rizik (sudar s drugim dronom, ili sudar s letjelicom koja sadrži letačko osoblje),
- rizik na tlu (sudar s ljudima ili rizičnom infrastrukturom).

##### **3.1.2. EASA-ina uredba 201X/XXX**

Europska je agencija za sigurnost u zračnom prometu u skladu s uredbom 201X/XXX naznačila, kako se navodi u izvoru [17], s iznimkom poštivanja mjera sigurnosti, prvenstveno od sudara dronova sa civilnim osobama u pogledu ograničavanja udaljenosti potrebne za sigurno upravljanje dronom u odnosu na skupine ljudi; pripadnicima udruga i civilnih udruženja zrakoplovne tematike aludirajući time na povećanu stručnost i uvjete te bolje razumijevanje performansi dronova.

Nadalje, u izvoru se sukladno s uredbom, definiraju tri važna pravila za svaki dron koji se lansira na tržište, a kao sekundarnog sredstva povećanja sigurnosti i zaštite, a to su da dronovi:

- imaju maksimalnu masu prije polijetanja, uključujući i teret, manju od 25 kg,
- budu projektirane i izrađene za sigurno letenje,
- jesu plasirane na tržište s jasnim uputama za upotrebu i s natpisom upozorenja.

Također, u regulativi se Uredbom 201X/XXX definiraju certificirane kategorije letačkih operacija obzirom na složenost izrade samih dronova, njihovih performansi i težina. Razlikuje se i namjena dronova za prijevoz ljudi i za prijevoz opasnih tvari [17].

### 3.1.3. U-prostor

Ova su pravila temelj U–prostora<sup>1</sup>, kako navodi izvor [18], čiji su okviri postavljeni Varšavskom deklaracijom [19], a navode osnovne odredbe prostora koji je namijenjen za ekskluzivno prometovanje dronova u svrhu osiguravanja zadovoljavajuće razine sigurnosti i protočnosti tijekom operativnih akcija dronova. Te se odredbe mogu sažeti, prema navedenom izvoru [20], na sljedeće principe po kojima se gore navedene funkcije U-prostora mogu izvršiti:

- osigurati sigurnost svih korisnika U-prostora, na zemlji i u zraku,
- postaviti okvire promjenjivog i adaptivnog sustava koji je u mogućnosti odgovoriti na različite zahtjeve u stvarnom okruženju,
- omogućiti održivo operativno kretanje dronova pri uvjetima visoke gustoće prometa s preko nekoliko skupina letjelica istovremeno pod kontroliranim nadzorom,
- garantirati jednaku razinu pristupa svim korisnicima zračnog prostora,
- smanjiti operativne troškove sustava korištenjem već postojećih aeronautičkih sustava, kao i sustava mobilne komunikacije u svrhu dodatnog smanjenja troškova postavljanja sustava,
- ubrzati postavljanje sustava adaptacijom postojećih standarda i procedura u drugim područjima nadzora prostora.

Nadalje, u istom izvoru [20], shema U-prostora Europske komisije smatra tehnologiju ograničavanja leta unutar određenog područja, poznatija pod izrazom „*geofencing*“

---

<sup>1</sup> U-prostor – zajednički zračni prostor niske razine, pokriva visinu do 150 m.

(Geofencing- geo-ograda), kao bazom za osiguravanje letačkih zona U-prostora za sve sudionike. Ta tehnologija ima mogućnost ograničiti područje letenja za određene dronove, prema prioritetima, koristeći već postojeće protokole drugih sustava, kao što su sustavi mobilne komunikacije. U dokumentu se navodi slučaj kada se prilikom korištenja drona za dostavu paketa, na postojećem pravcu kretanja dogodi automobilska nesreća, te je pripadajući zračni prostor korišten od strane policijskih dronova, kasnije i helikoptera koji odvozi unesrećene. Prilikom takvog slučaja, obzirom na prijavu djelatnosti korištenog drona, ista se putanja mijenja, šalju se podaci o sigurnim zonama slijetanja kako bi se dron mogao sigurno prizemljiti u slučaju da je to potrebno, ili se pronalazi alternativna ruta, opet dovoljno sigurna obzirom na ostale sudionike u tom zračnom prostoru. Kako navodi izvor, cjelokupna implementacija U-prostora u sklopu SESAR (Single European Sky ATM Research – Europska inicijativa za jedinstvenim europskim nebom) inicijative provesti će se kroz četiri faze:

- U1 - Registracija, identifikacija i geo-ograda pojedinih područja,
- U2 - Početna implementacija usluga u U-prostoru,
- U3 - Pojava naprednih usluga unutar U-prostoru,
- U4 - Puna razina usluga U – prostora korisnicima.

### **3.1.4. Pregled regulative o uporabi dronova u Europi**

Svaki zakon o dronovima se bazira na glavnom čimbeniku, a to je sigurnost. Zbog velike mogućnosti primjene dronova kako u pozitivne tako i u negativne svrhe, donose se zakoni koji će onemogućiti radnje koje nisu po zakonu i osigurati zaštitu podataka. Sve zemlje članice Europske unije imaju zakon kojim kontroliraju komercijalnu upotrebu dronova, te su svi oni dosta slični kao, što se može vidjeti u tablici 3. Većinom propisuju nužne kvalifikacije pilota i treninge, zahtijevaju plovidbenost i licence, zakonske odredbe operativnih certifikata i dozvole za rad u zraku, odgovornost, osiguranje i operativne zahtjeve, a dopuštenje izdaje odgovorna agencija za civilno zrakoplovstvo. Pravilnici i uredbe u većini slučajeva ograničavaju ili zabranjuju let dronovima iznad ili u blizini gusto izgrađenih i/ili naseljenih područja, zračnih luka, skupina ljudi i drugih osjetljivih infrastruktura.

EASA zajedno s državama koje su aktivne članice pokušava postaviti što obuhvatniji sigurnosni regulatorni okvir koji će uključivati i osnovne zakone o sigurnosti Europske unije. Integracija dronova u postojeći sustav je potrebna i neminovna, a Europska unija je prepoznala tu potrebu. Sada se mora nametnuti kao sila vodilja u pisanju i implementaciji zakonskog okvira koji će omogućiti razvoj tehnologije i osigurati ekonomski rast. Komisija predviđa da će do 2019. godine postojati sustavi za registraciju operatera i dronova, e-identifikaciju i *geofencing* [21].

Tablica 3. Prikaz pravnih regulativa o bespilotnim letjelicama u Europi

| Država          | Zakonom dopušteno komercijalno korištenje dronova | UAS kvalifikacija ili pilotska licenca | Registracija operatera /ili UAS | Potrebna dozvola za let | Rad u zraku  | Let izvan vidokrug              |
|-----------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|--------------|---------------------------------|
| Austrija        | Da                                                | < 5 kg                                 | Da                              | Da                      | Uz odobrenje | Uz odobrenje                    |
| Belgija         | Da                                                | < 5 kg                                 | Da                              | < 150kg                 | Uz odobrenje | Ne                              |
| Cipar           | Da                                                | < 3 kg                                 | Da                              | Da                      | Uz odobrenje | Ne                              |
| Republika Češka | Da                                                | < 20 kg                                | Da                              | Da                      | Uz odobrenje | Ne                              |
| Danska          | Da                                                | < 7 kg                                 | Da                              | Da                      | Uz odobrenje | Uz odobrenje                    |
| Estonija        | Da                                                | < 150 m                                | Da                              | Da                      | Da           | Uz odobrenje                    |
| Finska          | Da                                                | Ne                                     | Da                              | Da                      | Da           | Uz odobrenje                    |
| Irska           | Da                                                | < 1 kg                                 | Da                              | Da                      | Uz odobrenje | Ne                              |
| Nizozemska      | Ne                                                | Ne                                     | Da                              | Da                      | Uz odobrenje | Ne                              |
| Poljska         | Da                                                | < 25 kg                                | Da                              | Da                      | Da           | Uz odobrenje (odvojeni prostor) |
| Švedska         | Da                                                | < 7 kg                                 | Da                              | Da                      | Uz odobrenje | Uz odobrenje                    |

Izvor: [22]

### 3.2. Pregled zakonske regulative o uporabi dronova u Sjedinjenim Američkim Državama

Nadležno tijelo zakonske regulative u SAD-u na području zračnog prometa je FAA (Federal Aviation Administration) donio službeni dokument naziva *Unmanned Aircraft Systems (UAS)* koji je koji regulira operacije dronovima. Stupio na snagu 1. kolovoza 2017.

godine, označava se kao dokument JO 7200.23A, koji se sastoji od osam poglavlja i četiri dodatka. Dokument je napisan i izglasan s ciljem davanja informacija i smjernica kako bi se postiglo legalno upravljanje dronom [23].

Kako je već spomenuto, agencija odgovorna za donošenje i implementaciju zakona i regulativa vezanih za operativno djelovanje dronova u Sjedinjenim Američkim Državama je FAA. Zakoni koji su trenutno na snazi dijele korisnike dronova na one koji ih koriste u rekreativne svrhe i na osobe koji ih koriste u komercijalne svrhe. Postoje dva glavna akta odnosno zakona koji reguliraju operativno djelovanje [24]:

- *Special Rule for Model Aircraft (Section 336)*
- *FAA's Small UAS Rule (Part 107)*

Regulativa *Special Rule for Model Aircraft (Section 336)* se odnosi jedino na korisnike koji dronove koriste u rekreativne svrhe i ona propisuje uvjete koji se moraju ispuniti za operativno korištenje istih [25]:

- Obaveza registracije drona,
- MTOM (Maximum Takeoff Mass) do 25 kilograma,
- Upravljanje dronom u vizualnom području korisnika,
- Zabranjeno letenje blizu ostalih letjelica,
- Obaveza obavješćavanja nadležne kontrole zračnog prometa i zračne luke prilikom operativnog korištenja letjelice u krugu od 8 kilometara od zračne luke.

Pravo na registraciju drona ima svaka osoba koja je napunila 13 godina i ima prijavljeno stalno prebivalište u Sjedinjenim Američkim Državama, odnosno drugim riječima mora biti državljanin iste.

Regulativa *FAA's Small UAS Rule (Part 107)* se odnosi na sve korisnike dronova kojima je to hobi, ali i na one korisnike koji dronove koriste u komercijalne svrhe, a moraju ispoštovati sljedeće uvjete [26]:

- Obaveza registracije drona

- Nužno posjedovanje dozvole za pilotiranje dronom
- MTOM do 25 kilograma
- Nužno je imati vizualni kontakt sa dronom
- Striktno je zabranjeno letjeti blizu drugih letjelica
- Zabranjeno je letenje u kontroliranom prostoru aerodroma osim u slučaju odobrenja od strane agencije
- Zabranjeno letenje noću
- Max. visina leta 122 metra

Za registraciju drona prema regulativi Part 107, odnosno za registraciju dronova lakših od 25 kilograma, potrebno je popuniti određene formalne stavke i ostaviti osobne podatke poput mjesta stanovanja, adresu elektroničke pošte, broj kreditne kartice, te podatke o vrsti drona koji se prijavljuje. Dozvolu za pilotiranje može dobiti osoba koja je napunila 16 godina i položila ispite vezane uz aeronautičku struku u ovlaštenom FAA centru. Također je potrebna sigurnosna provjera od strane Transportation Security Administrationa za dobivanje pilotske dozvole [27].

### **3.3. Zakonska regulativa o uporabi dronova u Republici Hrvatskoj**

Postulat zakonskog okvira na nacionalnoj razini su zakoni i regulative donesene na razini svjetskih i europskih agencija nadležnih za provođenje istih. Nadalje zatim, svaka država zasebno određuje i donosi svoje restriktivnije zakone i pravila o civilnoj upotrebi dronova na nacionalnoj razini. S obzirom da je cijela priča oko tehnologije dronova relativno nova i brzorastuća u svijetu, tako s njom dolaze i promjene u svezi regulativa korištenja dronova u komercijalne svrhe koje će se i dalje mijenjati u nedalekoj budućnosti zbog osiguranja što veće sigurnosti korisnika dronova i ostalih sudionika u okolini. Tijelo zaduženo za donošenje zakona vezanih uz civilno korištenje dronova u Republici Hrvatskoj je Ministarstvo prometa, pomorstva i infrastrukture kojima određuje klasifikaciju i uvjete posjedovanja drona i/ili pilotske dozvole. Glavni dokument koji regulira sve navedene uvjete upotrebe dronova u Republici Hrvatskoj je „Pravilnik o sustavima bespilotnih zrakoplova“ koji je stupio na snagu 16.05.2017. godine, osam dana nakon što je izdan od strane Narodnih Novina pod oznakom NN/49/15 te je još uvijek jedini i važeći službeni dokument na državnoj razini [28].

Dokument se sastoji od 3 dijela (Opće odredbe, Pravila letenja, Izvođenje letačkih operacija) koji sadrže 20 članaka te još 2 dodatna članka u dijelu Dodaci, od kojih će neki biti detaljnije pojašnjeni u daljnjem tekstu poglavlja prema izvoru [28]. U prvom dijelu Pravilnika „Opće odredbe“ opisane su klasifikacije i kategorizacije pojedinih stavaka vezanih za letenje,

primjena pravilnika i područje primjene dronova, pojmovi i kratice, označavanje dronova te druga važna pitanja koja su podijeljena na 9 članaka.

Članak 1. pod nazivom „Područje primjene“ se odnosi na segmente i područja koja zadovoljavaju kriterije za korištenje dronova u komercijalne svrhe po pojmovima kako slijedi [28]:

- „Ovim Pravilnikom 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.“
- „Odredbe ovoga Pravilnika primjenjuju se na sustave bespilotnih zrakoplova, operativne mase bespilotnog zrakoplova do i uključujući 150 kilograma koji se koriste u Republici Hrvatskoj.“
- „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).“
- „Iznimno od stavka 3. ovoga članka, kada se državne aktivnosti izvode po postupcima i pravilima za opći zračni promet (GAT) unutar zračnog prostora Republike Hrvatske i zračnog prostora koji je međunarodnim ugovorom dodijeljen u nadležnost Republici Hrvatskoj (Područje letnih informacija Zagreb), letovi se moraju izvoditi sukladno pravilima letenja propisanim Dijelom 2 ovoga Pravilnika.“
- „Odredbe ovoga Pravilnika ne primjenjuju se na bespilotne zrakoplove pod uvjetom da ne mogu postići kinetičku energiju veću od 79 J.“
- „Odredbe ovoga Pravilnika ne primjenjuju se na sustave bespilotnih zrakoplova kada se koriste u zatvorenom prostoru.“

Članak pod rednim brojem 2 sadrži pojmove i kratice bitne za razumijevanje i tumačenje pravilnika. Neke od kratica i pojmova su navedene i objašnjene u daljnjem tekstu:

- „Bespilotni zrakoplov: Zrakoplov namijenjen izvođenju letova bez pilota u zrakoplovu, koji je ili daljinski upravljani ili programiran i autonoman;“
- „Rukovatelj sustava bespilotnog zrakoplova: Osoba koja upravlja sustavom bespilotnog zrakoplova. U smislu odredaba Zakona o zračnom prometu, rukovatelj se smatra zapovjednikom zrakoplova;“
- „Sustav bespilotnog zrakoplova (UAS): Sustav namijenjen izvođenju letova zrakoplovom bez pilota koji je daljinski upravljani ili programiran i autonoman. Sastoji se od bespilotnog zrakoplova i drugih komponenti za upravljanje ili programiranje neophodnih za kontrolu bespilotnog zrakoplova, od strane jedne ili više osoba;“

- „Sustav za prikaz pogleda iz zrakoplova: Sustav koji pomoću kamere ugrađene u zrakoplovu i prikaznog uređaja na zemlji omogućuje rukovatelju prikaz pogleda iz zrakoplova.“

Članci 3., 4. i 5. „Pravilnika o sustavima bespilotnih zrakoplova“ sadrže stavke vezane za klasifikaciju dronova kojima se izvode letačke operacije, klasifikaciju područja letenja i kategorizaciju letačkih operacija [28]. Kako je spomenuto ranije u poglavlju 2.3.1. diplomskog rada, klasifikacija dronova kojima se izvode letačke operacije je sljedeća:

- Klasa 5: do 5 kilograma,
- Klasa 25: od 5 kilograma do 25 kilograma,
- Klasa 150: od 25 kilograma do i uključujući 150 kilograma.

Kategorizacija letačkih operacija po članku 5. je podijeljena po idućim stavkama:

- „Kategorija letačkih operacija određuje se razinom rizika koji njihovo izvođenje predstavlja za okolinu, sukladno Dodatku 1 ovoga Pravilnika.“
- „Iznimno od stavka 1. ovoga članka, letenje iznad skupine ljudi ili iznad industrijskog područja u kojem uslijed pada bespilotnog zrakoplova postoji mogućnost zapaljenja ili eksplozije, smatra se izvođenjem letačkih operacija kategorije D.“

Članak 7. se dotiče uvjeta koji su nužni za osnivanje obavezne police osiguranja modela određenog drona. Članak 8. govori o upotrebi radio frekvencijskog spektra za koji korisnik mora dobiti odobrenje. Zadnji članak prvog dijela pod rednim brojem 8. spomenutog pravilnika sadrži natuknice i pravila koja se moraju poštivati kod pravilnog označavanja dronova.

Drugi dio Pravilnika pod oznakom NN/49/15 se bavi izričito i samo s tri članka, s člankom 10. pod nazivom „Primjena propisa“, člankom 11. „Opći uvjeti za letenje bespilotnih zrakoplova“ i zadnji članak drugog dijela je članak 12. pod nazivom „Letenje korištenjem sustava za prikaz pogleda iz zrakoplova“.

U članku 11. drugog dijela Pravilnika navedeni su opći uvjeti za letenje bespilotnim zrakoplovima koji sadrže sljedeće stavke [28]:

- „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.“

- „Rukovatelj mora:
  - osigurati da se let bespilotnog zrakoplova odvija danju,
  - prije leta provjeriti i uvjeriti se u ispravnost sustava bespilotnog zrakoplova,
  - prikupiti sve potrebne informacije za planirani let i uvjeriti se da meteorološki i ostali uvjeti u području leta osiguravaju sigurno izvođenje leta,
  - osigurati da je sva oprema ili teret na bespilotnom zrakoplovu odgovarajuće pričvršćen na način da ne dođe do njegovog ispadanja,
  - osigurati da bespilotni zrakoplov tijekom uzlijetanja ili slijetanja sigurno nadvisuje sve prepreke,
  - tijekom leta osigurati sigurnu udaljenost bespilotnog zrakoplova od ljudi, životinja, objekata, vozila, plovila, drugih zrakoplova, cesta, željezničkih pruga, vodenih putova ili dalekovoda, ne manju od 30 metara.
  - osigurati da je minimalna udaljenost bespilotnog zrakoplova od skupine ljudi 150 metara,
  - osigurati da se let bespilotnog zrakoplova odvija unutar vidnog polja rukovatelja i na udaljenosti ne većoj od 500 m od rukovatelja,
  - osigurati da se let bespilotnog zrakoplova odvija izvan kontroliranog zračnog prostora,
  - osigurati da se let bespilotnog zrakoplova odvija 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 i
  - osigurati da se tijekom leta iz ili s bespilotnog zrakoplova ne izbacuju predmeti.“

Sadržaj u trećem i posljednjem dijelu Pravilnika „Izvođenje letačkih operacija“ se po navedenom izvoru[28] dijeli na ostatak preostalih članaka, točnije, podijeljen je na 10 članaka po točkama od 13.-20. U članku 13. odredbama pravilnika je određeno koje uvjete osoba mora zadovoljiti kako bi imala pravo na izvođenje letačkih operacija. Nadalje, idući članak Pravilnika proširuje propisane uvjete za rukovatelja dronom prilikom izvođenja letačkih operacija koji moraju biti ispunjeni za legalno prometovanje. Obaveze koje je operater dužan ispuniti za korištenje drona u komercijalne svrhe, a pritom poštujući zakon, su opisane u članku 15., a one su:

- „Operator mora imenovati odgovornu osobu koja ima ukupnu odgovornost nad aktivnostima operatora.“

- „Operator mora uspostaviti sustav izvješćivanja o događajima povezanim sa sigurnošću u zračnom prometu skladu s primjenjivim propisom.“
- „Operator mora uspostaviti sustav vođenja i čuvanja zapisa o letu koji sadržava najmanje sljedeće podatke:
  - datum leta,
  - vrijeme početka i završetka izvođenja letačkih operacija i trajanje leta,
  - ime i prezime rukovatelja koji je obavio let,
  - lokacija izvođenja letačke operacije,
  - klasifikaciju područja letenja,
  - operativna masa bespilotnog zrakoplova, i
  - napomene o događajima za koje operator procijeni da su od značaja za izvođenje letačkih operacija.“
- „Zapisi o letu moraju se čuvati najmanje dvije godine od datuma leta.“
- „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.“
- „Za dokumentiranje provedenog postupka upravljanja rizicima operator može koristiti obrazac iz Dodatka 3 ovoga Pravilnika.“
- „Zapisi o upravljanju rizicima moraju se čuvati najmanje dvije godine od datuma prestanka operacija na koje se odnose.“

Sukladno članku 16. operater je dužan izvoditi aktivnosti sa dronom u skladu s odredbama operativnog priručnika koji sadrži bitne stavke poput ponašanja rukovatelja u slučaju nužde, zatim kako održavati sustav drona, obavljanje izvješćivanja, upravljanje rizicima i slične aktivnosti. Članak 17. posljednjeg dijela Pravilnika sadrži natuknice o tome

koje korake rukovatelj i vlasnik drona mora poduzeti u slučaju kvara, analize kvara te njegova utjecaja na sami dron i okolinu.

Shodno članku 18. korisnik drona, odnosno osoba koja namjerava izvoditi letačke operacije izjavljuje da je sposobna i da ima sredstva i kompetencije za preuzimanje odgovornosti za sve aktivnosti koje vezane uz tog istog drona. Temeljem istoga članka, rukovatelj također izjavljuje kako njegov dron ispunjava sve tehničke zahtjeve potrebne za operativno djelovanje te da će sve letačke operacije izvoditi sukladno stavkama ovoga Pravilnika.

CCAA (Croatian Civil Aviation Agency), punog naziva Hrvatska Agencija za Civilno Zrakoplovstvo je produžena ruka Ministarstva pomorstva, prometa i infrastrukture koja obuhvaća poslove vezane za sigurnost zračnog prometa, a posebno certificiranje, nadzor te inspekciju u cilju održavanja sigurnog i nesmetanog zračnog prometa na nacionalnoj razini [29]. Člankom 19. Pravilnika je propisano koja odobrenja rukovatelj dronom mora dobiti od Agencije kako bi izvodio letačke operacije. Dok zadnje poglavlje trećeg dijela Pravilnika, članak 20. propisuje koju je dokumentaciju rukovatelj drona obavezan imati uz sebe prilikom izvođenja letačkih operacija kako je navedeno u izvoru [28]:

- „letački priručnik ili upute za upotrebu sustava bespilotnog zrakoplova,“
- „izvornik ili ovjerenu presliku odobrenja za izvođenje letačkih operacija, ako je primjenjivo,“
- „policu osiguranja, kada je primjenjivo,“
- „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, i“
- „dodatno uz dokumente iz točaka (a) do (c) ovoga članka, za kategorije C i D letačkih operacija:
  - Operativni priručnik
  - Dokaz o osposobljenosti za upravljanje sustavom u skladu s Dodatkom 4 ovoga Pravilnika,
  - Pilotsku dozvolu ili potvrdu o položenom teorijskom ispitu iz poznavanja pravila letenja koji provodi Agencija, i
  - Dokaz o psihofizičkoj sposobnosti u skladu s Dodatkom 4 ovoga Pravilnika, za upravljanje sustavom bespilotnog zrakoplova.“

Članci 21. i 22. su dodaci Pravilniku i službena objava datuma stupanja na snagu Pravilnika o sustavima bespilotnih zrakoplova.

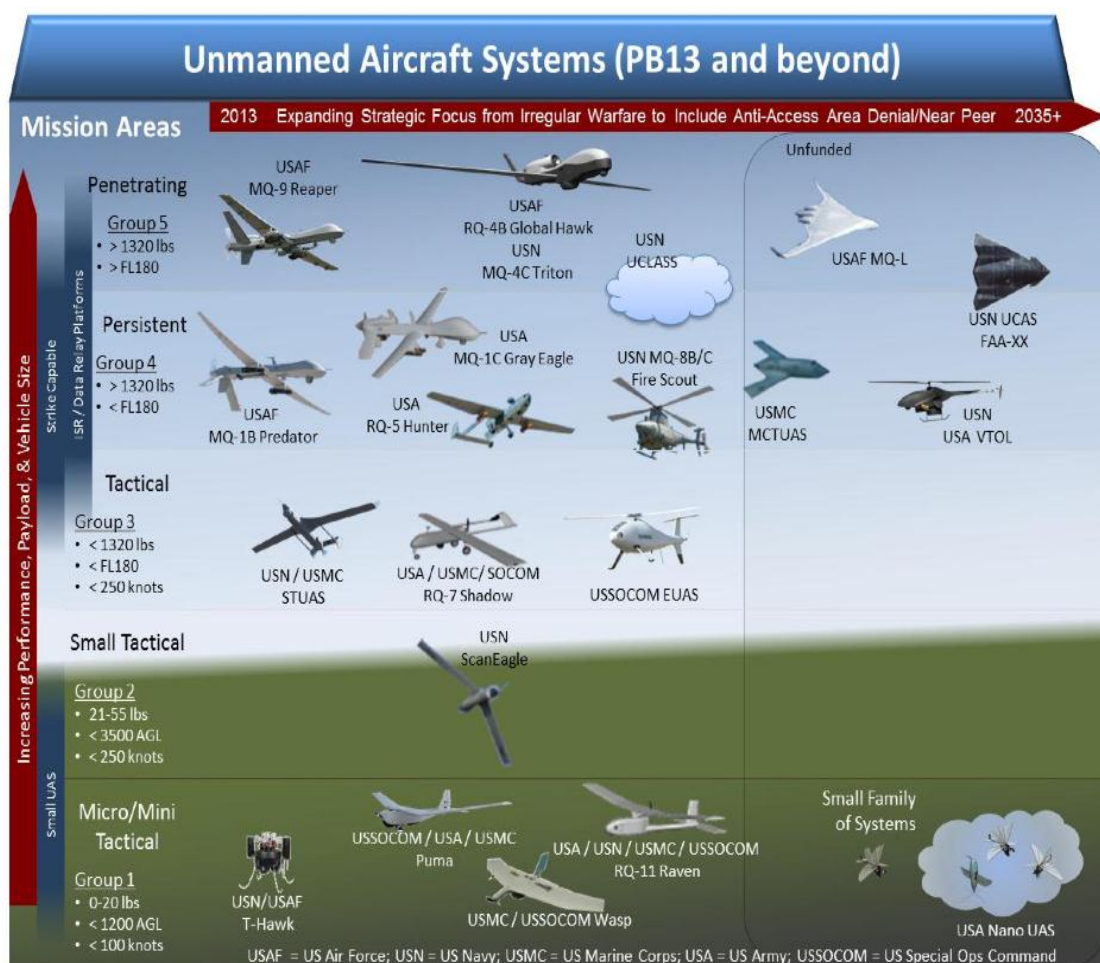
## 4. MOGUĆNOST PRIMJENE DRONOVA U VOJNE SVRHE

Kroz povijest, ratovi su oduvijek bili generatori razvoja tehnologije u svijetu, a takav scenarij nije zaobišao ni ti evoluciju tehnologije dronova. U poglavlju 2. je navedeno kako su dronovi prvotnu namjenu imali u vojne svrhe i to kroz operacije izviđanja i špijunaže teritorija iza neprijateljskih linija. Kako je vrijeme prolazilo tako su i dronovi imali sve širi spektar namjene unutar vojske. Kasnije su se počeli koristiti i kao dronovi mete za vježbanje vojnih lovaca, našli su namjenu u području potrage i spašavanja te su se kao krajnji rezultat evolucije počeli koristiti i u bojnim akcijama što im je i dan danas glavna svrha unutar vojne upotrebe.

### 4.1. Podjela vojnih dronova i njihova namjena

Dronovi koji su pronašli namjenu unutar vojnih aktivnosti se dijele na 3 kategorije: podjela prema veličini, prema operativnoj funkcionalnosti i prema razini njihove autonomnosti.

Prema veličini, podjela vojnih dronova u Američkoj vojsci prema kojoj se ravna i NATO (North Atlantic Treaty Organization) je na 5 različitih grupa prikazanih na slici 8 [30].



Slika 8. Podjela vojnih dronova prema veličini

*Izvor: [31]*

- Grupa 1 (Micro/Mini taktički dronovi) su letjelice do 9 kg mase i brzine manje od 185 km/h; predstavnik grupe je RQ – 11 Raven.
- Grupa 2 (Mali taktički dronovi) su letjelice mase od 9 kg do 25 kg i brzinama do 460 km/h; predstavnik je ScanEagle.
- Grupa 3 (Taktički dronovi) su letjelice koje imaju masu od 150 kg do 600 kg te mogu također postići brzine do 460 km/h ; predstavnik grupe je RQ – 7 Shadow.
- Grupa 4 (Strateški istrajni dronovi) su letjelice mase od 600 kg na više koje mogu postići visine i do 5.500 m; predstavnik grupe je MQ – 18 Predator.
- Grupa 5 (Strateški prodorni dronovi) su letjelice najvišeg razreda kategorizacije, mase im prelaze 600 kg, a mogu postizati visine na razinama većim od 5.500 m; predstavnik grupe je RQ – 4B Global Hawk.

Podjela vojnih dronova prema operativnoj funkcionalnosti, odnosno prema ulozi koju „igraju“ u vojnim operacijama mogu se svrstati u 4 klase [32]:

- Dronovi mete – služe kao vježba vojnim lovcima u zraku, a mogu služiti i kao vježba za mete vojnicima na tlu, a predstavljaju neprijateljske avione ili bombe.
- Izviđački dronovi – kao što ih i sami naziv opisuje, to su dronovi korišteni za špijuniranje neprijatelja.
- Borbeni dronovi – su dronovi čija je namjena destrukcija neprijateljskog teritorija, infrastrukture i ostalih sadržaja.
- Dronovi za razvoj – korisni u daljnjem istraživanju novih tehnologija i implementaciji iste u postojeće dronove.

Zadnja podjela vojnih dronova je prema stupnju razvijenosti i implementiranoj razini autonomnosti koji se prepoznaju unutar 6 različitih klasa [32]:

- Dronovi za optimiziranje ruta – to su UAVs koje imaju sposobnost odlučiti kako jednim manevrom odnosno pomakom mogu ispratiti dobivenu rutu.
- Dronovi sa kombiniranim senzorima – su letjelice koje obavljaju operacije pomoću kombiniranih senzora implementiranih unutar same letjelice.
- Komunikacijski dronovi – koriste se visoko-kvalitetnom tehnologijom pomoću koje mogu odraditi komunikaciju i koordinaciju između agenata prilikom korištenja nepotpunih informacija.
- Dronovi sa tehnologijom raspoređivanja zadataka subjektima – djeluju ovisno o događaju i ovisno o ograničenju opreme i vremena.

- Dronovi osposobljeni za planiranje ruta – letjelice koje posjeduju mogućnost planiranja optimalnih ruta vozilima u slučaju da ista naiđu na različite prepreke na planiranoj ruti

Osim spomenutih namjena u prijašnjem paragrafu, vojni dronovi se još mogu koristiti i u sljedeće svrhe [33]:

- ometanje radara,
- hiperspektralno skeniranje,
- izrada slike pomoću radara,
- nošenje bojnog tereta,
- komunikacijski relej,
- elektronsko izviđanje,
- protuelektronsko djelovanje,
- lasersko osvjetljavanje ciljeva,
- minska detekcija,
- detekcija nuklearnog, kemijskog i biološkog oružja,
- blisku borbu,
- presretanje drugih zrakoplova.

## 4.2. Prikaz najčešće upotrebljavanih modela dronova u vojne namjene

### 4.2.1.RQ – 4A/B Global Hawk

Global Hawk spada u elitnu grupu izviđačkih dronova u vojnom svijetu spomenute tehnologije. Dron pogonjen turbomlaznim motorom koji može postići i do 635 km/h, mase preko 4 tone, ima mogućnost doleta do 25.000 km uz istrajnost od 42 h leta predstavlja ogromnu prednost državama u vojno obavještajnim akcijama izviđanja i špijunaže. Pruža skoro pa trenutnu visoko rezolutnu sliku velikih dijelova teritorija koje zahvaća svojim najmodernijim lećama i kamerama. Prvi proizvedeni model je bio u kolovozu 2003. godine. Prototip napravljen 2001. godine je ušao u povijest avijacije tako što je odradio neprekidan let koji je krenuo iz Edwardsa u Kaliforniji te završio u Edinburghu u Australiji. To je ujedno postao i svjetski rekord, neprekidan let dugačak 13.840 km u kategoriji dronova.

Šest primjeraka modela Global Hawk ATCD prototypes je 2002. godine sudjelovalo kao podrška u ratu u Afganistanu i do 2003. godine odradilo oko 4.300 h na bojnom polju. Njegova visoko razvijena tehnologija snimanja i ugradnja različitih *hi-tech* senzora mu pruža mogućnost pokrivanja i do 100.000 km<sup>2</sup> terena, na visini od 21.000 m unutar 24 h [34]. Može se zaključiti kako je Global Hawk (Slika 9.) bio jedna vrsta *next generation* evolucije na

području razvoja dronova, svladavši barijere odnosno ograničenja u maksimalnom doletu i istrajnosti dronova.



*Slika 9. Prvi let NATO-vog RQ-4B Global Hawka*

*Izvor: [35]*

#### **4.2.2. Heron TP Eitan**

Heron je produkt jake i svjetski poznate Izraelske industrije dronova. Proizveden u tvornici Israel Aerospace Industriesa. Upravljan od dvojice rukovatelja na zemlji pomoću daljinskog upravljača, Heron je svojevremeno bio jedan od najpouzdanijih i najtraženijih vojnih dronova na svijetu. Sa karakteristikama poput zrakoplova upravljano letaćkom posadom, Heron na papiru izgleda impresivno. Duljina trupa mu je 8,5 m sa razmahom krila od 16,6 m te masom od 1.150 kg postiže brzinu od 207 km/h pogonjen od strane dizelskog motora jačine od 200 konjskih snaga. Dolet mu je 350 km, a istrajnost impresivnih 52 h neprekidnog leta.

Prvi let je odradio davne 1994. godine, a još uvijek je u aktivnoj službi diljem svijeta u vojnim službama raznih država. Primarno ih još uvijek koriste vojne zračne službe Izraela, Indije, Brazila, Turske i mnogih drugih. Heron Eitan je korišten u višestruke vojne namjene tijekom svoje službe, od izviđanja i nadzora terena, skupljanja informacija odnosno špijuniranja, traženja i destrukcije određenih ciljeva na bojnopolju, preko obrane od raketnih napada pa sve do uloge cisterne za zrakoplove u letu [36]. Njegov jedinstveni dizajn i aerodinamičnost može se vidjeti na slici 10.



*Slika 10. Heron TP*

*Izvor: [37]*

#### **4.2.3. Schiebel Camcopter S-100**

Schiebelov Camcopter S-100 (Slika 11.) je dron pogonjen rotorskom elisom, autonomne funkcije, a svojim dizajnom te pogonom podsjeća na moderne helikoptere. Proizveden u Austriji od strane austrijske kompanije Schiebel Corporation, Camcopter je pronašao svoju namjenu u mnogo različitih operacija diljem svijeta. Proizveden u ranim 2000.-im po narudžbama vojnih službi Ujedinjenih Arapskih Emirata i Njemačke mornarice, ubrzo je našao svoje mjesto u samoj eliti modernih dronova. Klasificiran kao dron srednjeg doleta i visine, korišten je u vojnim operacijama raznih tipova. Upotrebu je našao u općenitom nadzoru terena i granica država, u nadzoru i kontroli požara, u procjenjivanju nastale štete na infrastrukturama, u detektiranju minskih polja te ostalih sličnih namjena.

Performanse i karakteristike Camcoptera su sljedeće [38]:

- Nosivost: 50 kg
- Duljina trupa: 3,11 m
- Širina trupa: 1,24 m
- Visina: 1,12 m
- MTOM (Maximum Takeoff Mass): 200 kg
- EM (Empty Mass): 110 kg

- Max. brzina: 222 km/h
- Dolet: 180 km
- Istrajnost: 6 h



*Slika 11. Prikaz Camcoptera S-100 u Schiebel korporaciji*

*Izvor: [39]*

#### **4.2.4. General Atomics MQ-9 Reaper**

Jedan od najučinkovitijih i najsmrtonosnijih dronova popularnog imena Predator (B) proizveden je od strane korporacije General Atomics Aeronautical Systems sa sjedištem u Sjedinjenim Američkim Državama. Predator je prvi dron lovac dizajniran sa performansama koje mu omogućuju dulju istrajnost te postizanje većih visina prilikom nadzora od njegovih tadašnjih konkurenata na tržištu. Prednost mu je također što može biti upravlján na dva načina, pomoću daljinskog upravljača ili djelovati kao autonomno upravljiva letjelica. Prvi prototip je napravljen 2001. godine kada je napravljen i prvi let. Predator je primarno bio napravljen za izviđanje i nadzor u čemu mu uvelike pomaže visoko razvijena tehnologija različitih senzora implementiranih unutar letjelice poput termografske kamere za snimanje noću. Ali je ubrzo prenamijenjen u svrhu potrage i eliminacije što mu je i dan danas glavna zadaća u vojnim službama [40].

MQ-9 Reaper (Slika 12.) posjeduje sljedeće performanse i karakteristike:

- Duljina trupa: 11 m
- Razmah krila: 20 m
- Visina trupa: 3,81 m
- EM: 2.233 kg

- MTOM: 4760kg
- Pogon: turboprop motor od 900 konjskih snaga
- Max. brzina: 482 km/h
- Dolet: 1.852 km
- Istrajnost: 14 h
- Plafon leta: 15.000 m



*Slika 12. MQ-9 Reaper zvan Predator snimljen u letu*

*Izvor: [41]*

#### **4.2.5. Dassault nEUROn**

Dassault je jedan od rijetkih borbenih dronova koji je zavrijedio svoje mjesto u eliti svjetski poznatih dronova, a da je proizveden u Europi i to kolaboracijom više zemalja koje su sudjelovale u programu izrade sa početkom 2005. godine: Francuska, Grčka, Italija, Španjolska, Švicarska i Švedska. Cilj izrade Dassaulta je između ostalog i taj da europske korporacije koje se bave proizvodnjom vojne tehnologije budu konkurentne s velikim američkim, izraelskim i ostalim svjetskim korporacijama u istoj branši. Jedan od ciljeva programa je bio napraviti autonoman borbeni dron koji bi bio nevidljiv za radar, a sposoban za visoko rizične borbene akcije. Godine 2012. je nEUROn odradio svoj prvi samostalni let u Francuskoj i impresionirao svojim performansama. Dassault nEUROn (Slika 13.) ima sljedeće značajke [42]:

- Duljina trupa: 9,5 m
- Razmah krila: 12,5 m
- EM: 4.900 kg
- MTOM: 6.000 kg

- Pogon: Rolls-Royce/Turboméca Adour/Snecma M88 40 kN
- Max. brzina: 980 km/h
- Plafon leta: 14.000 m
- Istrajnost: oko 5h



*Slika 13. Europski nEUROn*

*Izvor: [43]*

#### **4.2.6. Northrop Grumman X-47B**

X-47B je trenutno jedan od najmodernijih i tehnološki najnaprednijih borbenih dronova u svijetu vojne tehnologije dronova. Još uvijek je u fazama razno raznih testiranja prije planiranog puštanja u službu operativnog djelovanja koje je najavljeno 2019. godine. X-47B je dron sa autonomnom funkcijom upravljanja bez repa trupa pogonjen mlaznim motorom koji mu omogućuje vrhunske performanse. Prvi uspješan probni let je odrađen u veljači 2011. godine u Edwards Air Force bazi u Kaliforniji, SAD-u. Program razvoja tehnologije X-47B je inicijalno koštao 636 milijuna dolara, ali je zbog dodatnih demonstracija budžet troškova programa porastao na otprilike 813 milijuna dolara. Kako navodi tekst u izvoru [44], X-47B je demonstracijski model drona koji Američka vojna služba planira unaprijediti u tvornički model X-47C koji će ići u serijsku proizvodnju. Amerikanci nastavljaju tradiciju sa dominacijom na polju razvoja i proizvodnje visoko tehnološki razvijenih dronova čija je primarna namjena vojna. Najbolji primjer za to je X-47B čiji se dizajn može vidjeti na slici 14. dok obavlja akciju punjenja drugog zrakoplova gorivom u letu.

Performanse X-47B borbenog drona su kao i kod njegovih preteča vrlo impresivne:

- Duljina trupa: 11,63 m
- Razmah krila (produženi/sklopljeni): 18,92 m/9,41 m

- Visina trupa: 3,1 m
- Površina krila: 88,59 m<sup>2</sup>
- EM: 6.350 kg
- MTOM: 20.215 kg
- Pogon: Pratt & Whitney F100-220U turbofan
- Max. brzina: oko 1.000 km/h
- Dolet: više od 3.889 km
- Plafon leta: 12.800 m

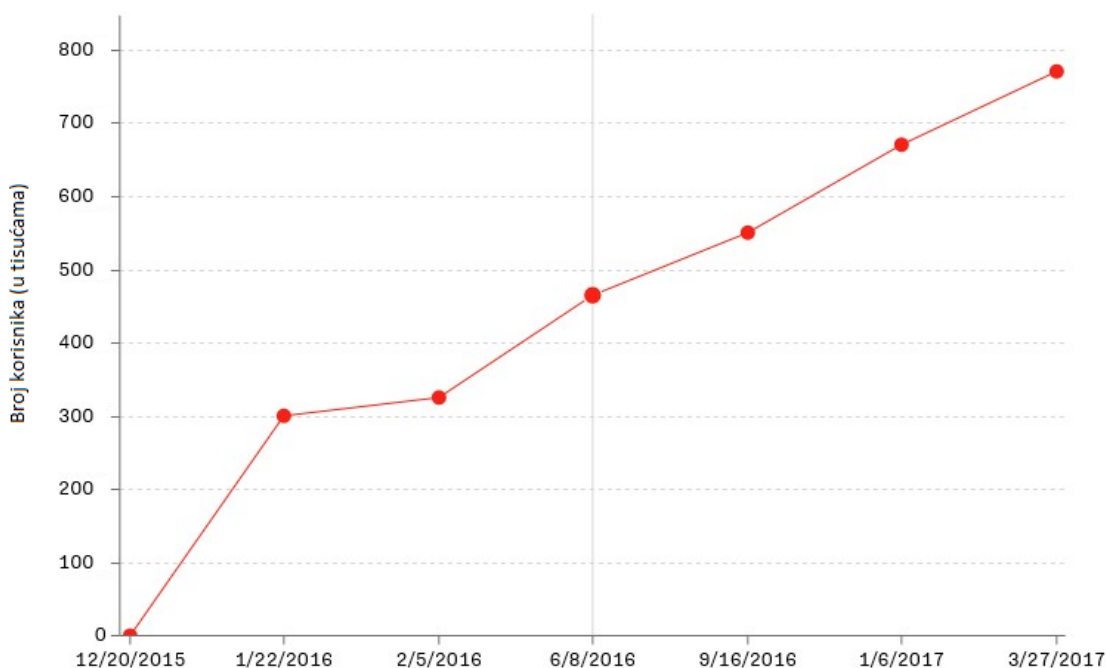


*Slika 14. X-47B u akciji punjenja gorivom za vrijeme leta*

*Izvor: [45]*

## 5. MOGUĆNOST PRIMJENE DRONOVA U CIVILNE SVRHE

S obzirom da je trend razvoja i upotrebe dronova u porastu, isto tako je u porastu i raznolikost namjene dronova u komercijalne svrhe, koja shodno tome ima dvije primarne primjene u civilne svrhe, jedna je korištenje dronova za prihodovanje materijalne koristi, odnosno u poslovne svrhe, dok je druga jednostavna rekreacija i hobi određenih simpatizera spomenute tehnologije. Zbog velike rasprostranjenosti i dostupnosti dronova, sve je više dobrih poslovnih ideja diljem svijeta koje ljudi implementiraju u ozbiljne poslovne projekte koji im donose ogromnu dobit. Investiranje u tehnologiju dronova za osobnu korist u današnje vrijeme je sve češća aktivnost, a to dokazuju i neki statistički podaci na svjetskoj razini. Prema podacima iz teksta jedne od najrespektabilnijih kompanija na području istraživanja i savjetovanja Gartner Inc. [46], samo 2017. godine je proizvedeno otprilike 3.000.000 novih dronova, što je za 40% više nego 2016. godine. A što se tiče registracije dronova u Sjedinjenim Američkim Državama kao trenutno vodećem tržištu prodaje i korištenja civilnih dronova, pokazuje slijedeći podatak iz grafikona 1. [47] iz kojeg se vidi kako je u manje od 3 mjeseca početkom 2017. godine registrirano više od 100.000 novih korisnika.



*Grafikon 1. Prikaz registriranih korisnika dronova u Sjedinjenim Američkim Državama*

*Izvor: [47]*

Prema izvoru [47], Agencija predviđa kako će se broj dronova utrostručiti unutar 4 godine, od kraja 2016. godine kada je bilo proizvedeno 1,1 milijuna jedinica novih dronova, očekuje se kako će do 2021. godine ta brojka ići sve do 3,5 milijuna jedinica. U prilog iznesenim podacima ide i zaključak vodećeg čovjeka UAVSA (Unmanned Aerial Vehicle Systems Association) Keitha Kaplana, kako je industrija tehnologije dronova 2015. godine vrijedila 3,3 milijarde dolara dok, se predviđa kako će ta ista industrija 2025. godine vrijediti oko 90 milijardi dolara [48].

Primjena dronova u komercijalne svrhe do danas prepoznaje mnoge različite namjene koje se već koriste i koje se tek testiraju poput upotrebe u poljoprivredi, geomapiranju, inspekciji različitih infrastruktura, dostavi paketa te profesionalnog fotografiranja i snimanja iz zraka. Isto tako je tehnologija dronova primjenu pronašla i kao sustav osvjetljenja i reklamiranja, u agronomiji, inspekciji komercijalnih zrakoplova, fotografiranju i inspekciji nekretnina, u ribolovu, nadzoru granica, u razne komunikacijske svrhe te instalaciji i provjeri solarnih energetske panela od kojih će neke biti detaljnije objašnjene u daljnjem tekstu rada. Uz sve navedeno, moguće je korištenje dronova i u civilnoj zaštiti, procjeni štete nakon prirodnih katastrofa, te primjeni u mnogim izvanrednim situacijama (protupožarne aktivnosti, potraga i spašavanje te hitna medicinska pomoć) [49]. U nastavku rada biti će dan prikaz nekih od naprijed nabrojanih mogućih primjena dronova.

## **5.1. Dostava paketa pomoću dronova**

Rapidnim uzletom razvoja tehnologije dronova veliki tehnološki divovi povezani sa logistikom i dostavom poput Amazona, Alphabet i drugih su prepoznali mogući potencijal iskorištenja tehnologije u profitabilne svrhe poput dostave paketa kojom se i sami trenutno bave. Činjenica jest da će u budućnosti većina aktivnosti i poslova koje su trebale angažman ljudi biti zamijenjene nekom tehnologijom i robotikom, a tako je i kod same dostave paketa. Sve je počelo 2016. godine kada je izvršena prva dostava korištenjem drona u svijetu. Naime, radilo se o dostavi pizze kompanije Dominos u suradnji sa kompanijom Flirtey koja se bavi razvojem tehnologije dronova. Narudžba i dostava spomenute pizze je odrađena u Whangaparaoa na Novom Zelandu, 25 kilometara od glavnog grada Aucklanda. Tim rukovatelja dronom je koristio autonomnu funkciju navođenja pomoću GPS-a (Global Positioning System). Vidjevši potencijal, Amazon se istog trena bacio na razvoj programa dostave paketa diljem svijeta koji bi uvelike smanjili troškove dostave za primatelja i pošiljatelja.

Amazonov plan je da se dostava izvrši unutar 30 minuta preko njihove Prime Air Delivery opcije (Slika 15.) koja bi nadjačala trenutnu opciju „dostave unutar dva dana“. Kao i svaka djelatnost, ovaj način korištenja dronova u komercijalne svrhe ima svoje prednosti i

nedostatke. Prednosti ovakve primjene dronova u dostavi paketa su smanjeni troškovi dostave za pošiljatelja i primatelja, konzumenti bi svoje pakete dobivali mnogo brže i pouzdanije, a sama kompanija i dioničari bi imali veći profit [50]. Osim dobrih strana, postoje i one lošije strane odnosno nedostatci takve uporabe dronova. Jedan od nedostataka je gubitak i smanjenje radnih mjesta za ljude koji se bave dostavom za Amazon te uz to i briga konzumenata oko njihove slobode privatnosti koja se uvelike smanjuje jer bi dronovi koristili kamere i GPS navigacije za dostavu paketa u njihove domove. Definitivno postoji budućnost u dostavi paketa diljem svijeta korištenjem dronova, ali ne još tako brzo kako se mislilo, ponajviše zbog mnogih regulacija i zakona, još uvijek tehničkih neispravnosti tehnologija te prihvatanja od strane ljudi kao konzumenata takve operacije dostava.



*Slika 15. Dostava paketa dronom putem Amazonova PrimeAir programa*

*Izvor: [51]*

## **5.2. Poljoprivreda i dronovi**

Poljoprivreda je potencijalno najbitnija grana industrije i gospodarstva za preživljavanje ukupnog čovječanstva na planeti. Prema izvoru [52], evolucijski nezaustavljivo povećanje stanovništva te ukupne potrebe agrikulture na svjetskoj razini za anuliranje gladi imati će za rezultat potrebu za povećanjem postojećih poljoprivrednih kapaciteta za čak 70%. Dronovi, kako navodi izvor, imaju mogućnost izvršavanja savršenih putanja leta prilikom snimanja zadanih područja te za iste potrebe imaju mogućnost prikupljanja puno šireg spektra informacija upotrebom različitih senzora. Ti senzori su od ključne važnosti za rano otkrivanje

bolesti, količine uroda i kvalitete samih posađenih biljaka. Dronovi se u ovakvoj namjeni odlikuju efikasnijom izvedbom opažanja po manjoj cijeni i u kraćem vremenu te preciznošću većom od 99% uz stalnu komponentu vjetera do 20 m/s. Sadnja usjeva je također važan aspekt u agrikulturi koja se uz korištenje dronova preporodila. Uspješnost sadnje je oko 75 posto, a troškovi su smanjeni za 85 posto. Dronovi sade usjeve na principu ispaljivanja tableta punjenih sjemenom i hranjivim tvarima potrebnim za tlo i njegovo održavanje te razvoj. Navodnjavanje polja i tretiranje istog pesticidima je također iznimno bitno za razvoj zdrave agrikulturne flore.

Dronovi korištenjem raznih senzora računaju udaljenost te prilagođavaju svoju visinu prema topografiji tla da bi zatim skenirali tlo te raspršili potrebne količine tekućine - primjer se može vidjeti na slici 16. Rezultat je povećana efikasnost uz smanjeno korištenje kemikalija koje onečišćuju tlo. Smatra se kako je navodnjavanje i raspršivanje tekućina korištenjem dronova pet puta brže i učinkovitije nego tradicionalnim tehnikama i strojevima. Trenutni trend je takav da dronovi postaju neizbježan alat u tretiranju poljoprivrednih kultura, a kao takav alat još imaju mjesta za napredak i razvoj u budućnosti.



*Slika 16. Oprašivanje polja korištenjem drona*

*Izvor: [53]*

### 5.3. Uber elevate projekt

Tvrtka koja je jedan od lidera u svijetu autoprijevoza Uber je krenula u suradnju sa NASA-om i slovenskom kompanijom Pipistrel u realizaciju ambicioznog i inovativnog projekta „letećih taksija“ nazvanog UberAir koji je dio Urban Air Mobility koncepta. Projekt je zamišljen tako da se organizira siguran i učinkovit sustav zračnog prijevoza putnika koristeći dronove preko napučenih naselja i gradova. Projekt je predstavljen na Elevate Summitu u Los Angelesu 2018. godine gdje je predstavljen plan razvoja od strane Ubera. Cilj projekta je olakšati i optimizirati prijevoz putnika u zakrčenim gradskim sredinama uz smanjenu buku i zagađenje. Projekt bi trebao započeti sa testiranjima 2020. godine i to u američkim gradovima Los Angelesu i Dallasu gdje se promptno surađuje sa nacionalnim vlastima u svezi implementacije UberAir projekta koji bi trebao imati službenu uporabu 2023. godine. Same operacije uzlijetanja i slijetanja su zamišljene po VTOL (Vertical Take Off and Landing) principu, a dronovi bi bili pogonjeni električnim motorima kako bi se zagađenje i buka smanjili na minimum. Letjelice bi trebale imati mogućnost postizanja brzine od 240 km/h do 320 km/h dok bi im maksimalni dolet bio 100 kilometara.

Prema izvoru [54] UberAir dronovi (Slika 17.) će morati letjeti na visini od 300 m do 600 m iznad zemlje. U počecima samog projekta, zamišljeno je kako će Uberov „leteći taksi“ imati kapacitet prihvata 4 putnika sa jednim pilotskim mjestom. Nakon što se utvrdi kako je takvo prometovanje u gradovima sigurno, Uber će krenuti u operacije prometovanja sa planiranim autonomnim dronovima koji bi imali maksimalan kapacitet prihvata od 6 putnika. U startu svoga poslovanja, UberAir bi korisnike usluge koštao 5,73 dolara po putničkoj milji (36 kuna svakih 1,6 kilometara) dok bi s vremenom te cijene znatno padale te bi na posljetku usluga koštala 0,44 dolara po milji (2,7 kuna na 1,6 kilometara).



*Slika 17. Prikaz drona UberAir*

*Izvor: [55]*

Prema izvoru [54] korisnici usluge će UberAir dronove pozivati putem aplikacije, a ukrcaj će se odvijati na posebnim lokacijama koje će biti napravljene pod posebnim uvjetima i regulacijama. Spomenute infrastrukture će se nazivati Uber helidromi od kojih je jedan primjer prikazan na slici 17. kao rješenje od strane arhitektonske kompanije BOKA Powell. Zgrada bi bila prilagodljiva vjetru te bi imala kapacitete za obradu tisuću polijetanja i slijetanja u sat vremena. Jedine stavke koje bi mogle usporiti sami proces razvoja i implementacije UberAir projekta su usklađenost sa zakonskim regulativama određenih zemalja te povjerenje skeptičnih ljudi korisnika prema sigurnosti usluge.



*Slika 18. Helidrom BOKA Powell kompanije*

*Izvor: [54]*

#### **5.4. Inspekcija komercijalnog zrakoplova korištenjem drona**

Još jedna u nizu inovativnih ideja primjene tehnologije dronova u komercijalne svrhe pronašla je svoju namjenu i u komercijalnom zračnom prijevozu. Tvrtka Boeing, kao jedan od svjetskih lidera u proizvodnji komercijalnih zrakoplova, prema izvoru [56], koristi dronove kod inspekcije zrakoplova za komercijalni zračni prijevoz istim mnogostruko povećavajući učinkovitost nužnih popratnih aktivnosti kojima se komplimentira glavna aktivnost zrakoplovne tvrtke. Slične primjene prisutne su i kod drugih zračnih prijevoznika poput

EasyJet-a i Thomas Cook-a koji su za zrakoplove veličine Airbus 320 u mogućnosti pregledati cijelu oplatu zrakoplova u potpunosti za samo 10 minuta. Svaka je fotografija nastala prilikom jedne inspekcije vrlo visoke rezolucije, izrazito vjerodostojna i višestruko čišća i oštija od provjere golim okom zbog mogućnosti pregledavanja fotografije više puta. Izvor također navodi kako se prednost ovakve vrste inspekcija najviše očituje u izrazito kvalitetnom opažanju težine oštećenja pri udaru munje u oplatu zrakoplova ili nekih drugih sličnih oštećenja.

Inicijalno će dron koji će pregledavati zrakoplov biti upravlján od strane obučenog inženjera putem daljinskog upravljača, da bi se u nedalekoj budućnosti koristili dronovi autonomnih funkcija koji bi imali unaprijed programirane trajektorije ruta inspekcije. Dron pomoću ugrađenih senzora sam određuje sigurnu i optimalnu udaljenost od oplata zrakoplova za snimanje visoko rezolutnih fotografija koje se onda skeniraju u 3D (three dimensional) rezoluciji. Dron koji se koristi u testnim inspekcijama je prema izvoru [57] model Rapid (Slika 19.) mase samo 4 kg sa svom opremom i senzorima. Tim inženjera iz Blue Bear Systemsa koji se bave spomenutim projektom rade na olakšavanju Rapida za još 2 kg tako da bude maksimalno siguran što se tiče bliskih inspekcija komercijalnih zrakoplova. Samo je pitanje vremena kada će ovakva vrsta inspekcije zrakoplova i službeno krenuti sa svojom primjenom jer je opće poznato kako je „vrijeme novac“, a pogotovo u zrakoplovstvu.



*Slika 19. Dron Rapid u inspekciji EasyJet-ovog Airbusa A320*

*Izvor: [57]*

## **5.5. Sustav osvjjetljenja**

Napredak u području programiranja dronova u svrhu koordiniranih autonomnih letova, gdje svaka letjelica ne komunicira nužno s drugom, susjednom letjelicom, nego je samostalno programirana za određene manevre, prema izvoru [58], za posljedicu je imao stvaranje sustava osvjetljenja do sada neviđenih performansi. Tvrtka Intel navodi kako je u eksperimentu 2016. godine postignut koordinirani let preko 500 bespilotnih letjelica u neovisnim putanjama i bez komunikacije između samih letjelica što je to tada bio Guinnessov svjetski rekord. Za razliku od do sada korištenih standardnih sredstava na bazi raketa i jednokratnih vatrometa, ovakvi se sustavi mogu upotrebljavati u više navrata, u gotovo neograničenom broju kombinacija izvedbi i sa neusporedivo manje utrošenih sredstava, uzimajući u obzir mogućnost ponovne upotrebe ovakvih sustava.

Prema izvoru [59] ovakav sustav osvjetljenja i/ili reklamiranja ima prednost nad tradicionalnim načinom pirotehničkog sustava osvjetljavanja neba u obliku smanjene zadimljenosti okolice te smanjenoj buci koja direktno utječe na okolnu faunu i život. Životinje instinktivno počnu bježati dezorijentirano prilikom tradicionalnog vatrometa što može potencijalno ugroziti promet koji se odvija u blizini te negativno utjecati na samu fiziologiju životinja. Kako je spomenuto u izvoru, dronovi ne uzrokuju buku ni ti onečišćuju okoliš dimom te nisu jednokratne upotrebe. Pionir ovakvog sustava reklame i osvjetljenja, kompanija Intel koristi Intel Shooting Star mini dronove (Slika 20.) razvijene i proizvedene u njihovoj radionici. Kao što se može vidjeti na slici 20., Shooting Star je mini dron od svega 330 grama pogonjen sa 4 međusobno koordinirana rotora.

Struktura konstrukcije Shooting Star drona je bazirana na stiroporu i laganoj plastici uz što je opremljen sa LED (Light Emitting Diodes) svjetlima potrebnima za izvođenje „*light showa*“. Moguće je u isto vrijeme kontrolirati veliki broj Shooting Star dronova putem računala koje koristi stručna osoba koja može kombinirati više od 4 milijarde kombinacija različitih boja od strane ugrađenih LED lampica. U računalu mu se upisuju unaprijed programirani algoritmi koji su zaduženi za kontrolu koreografije u zraku te za optimiziranje leta netom prije izvedbe.

Shooting Star dronovi tvrtke Intel su jednu od zapaženijih rola imali na poluvremenu američkog Super Bowla (finale prvenstva u američkom nogometu) 2017. godine u Houstonu, Texas. Tijekom poluvremena utakmice, 300 autonomno upravljanih Shooting Star dronova je izvelo performans za povijest koji je uživo pratilo više od 120 milijuna ljudi i lansiralo ovakav sustav osvjetljenja na svjetsku pozornicu.



*Slika 20. Intelov Shooting Star dron*

*Izvor: [60]*

## **5.6. Primjena dronova kod procjene štete i osiguranja**

Osiguranje od nastale štete i osiguravajuća društva spadaju u top 5 tržišta na svijetu koja primjenjuju tehnologiju dronova za poboljšanje svojeg poslovanja [61]. Dronovi se najviše primjenjuju kod procjene štete nastale na većim osiguranim objektima poput domova, ureda te ostalih građevnih infrastruktura koje osiguranik posjeduje. Cilj ovakve primjene dronova u spomenutoj branši poslovanja je brži i efikasniji pregled posjeda nakon nastale štete kako bi procjena štete bila što prije napravljena, a osiguranik isplaćen i zadovoljan uslugom osiguravajuće kuće. Primjena pregleda posjeda nakon nastale štete nije jedini razlog za upotrebu takve tehnologije. Dronovi se koriste i za pregled posjeda prije potpisivanja ugovora o osiguranju kako bi se procijenio rizik same procijenjene građevine. Osim spomenutih prednosti u efikasnijem i bržem procesu obavljanja usluge procjene štete, tu su još i uštede kod kompanija koje se bave poslom osiguranja zbog smanjene potrebe za radnicima koji su inače tradicionalno obavljali takvu vrstu poslova.

Jedino ograničenje koje zna predstavljati problem kompanijama kod primjene dronova u ovoj poslovnoj branši jest regulativa odnosno Zakon o korištenju dronova. U Sjedinjenim Američkim Državama, kompanije moraju poštivati doneseni *FAA's Small UAS Rule (Part 107)* što se tiče komercijalne upotrebe dronova, a ono nalaže obveznu registraciju drona te posjedovanje pilotske dozvole za njegovo upravljanje uz sve ostale restrikcije koje su navedene u poglavlju 3.3. ovog rada. Prema navedenom izvoru [62], jaki vjetrovi su razlog čestih šteta nastalih na obiteljskim domovima diljem Sjedinjenih Američkih Država. Posljedično tome, krovovi kuća su najčešće pogođeni dijelovi koji su iznimno bitni u strukturi same građevine pa je od iznimne važnosti da se takvi dijelovi što prije pregledaju i saniraju. Tradicionalni način procjene nastale štete zahtijeva dolazak inspektora na mjesto nesreće te njegov detaljan pregled i zabilješke što vremenski dugo traje, uz što postoji opasnost od

moгуće ozljede inspektora na mjestu nesreće zbog nepristupačnih dijelova građevine. Primjenom drona (Slika 21.) na tom istom mjestu nesreće dolazi do znatno smanjenog vremena procjene štete te je dovoljan samo pilot koji će sa sigurne udaljenosti na mjestu nesreće upravljati dronom. Ovakva vrsta pregleda i procjene štete je tri puta brža od tradicionalne [62], što bi značilo kako se uobičajena 2 do 3 inspektorska pregleda na dan penju na 9 mogućih inspekcija dnevno koristeći drona.



*Slika 21. Inspekcija nastale štete korištenjem daljinski upravljivog drona*

*Izvor: [63]*

## 6. ZAKLJUČAK

Dronovi su u jeku najvećeg uzleta tehnologije potrebnih komponenti od njihova začetka. Tim se napretkom nastoje okoristiti brojne industrije u usponu. U vojnoj namjeni korištenje dronova se očituje u smanjenom riziku ljudskih žrtava, povećanoj točnosti prilikom napada na mete, no i u još jednom bitnom aspektu. Naime, kada se pilot nalazi u izrazito stresnim uvjetima s povišenom razinom adrenalina prilikom sudjelovanja u zračnim manevrima pod neprijateljskom vatrom, donesene su odluke spoj svih faktora. Kod rukovatelja koji upravlja dronom ne postoji aspekt visoke životne ugroženosti što ostavlja više vremena za donošenje pravovremene odluke. Nadalje, obuka rukovatelja dronom, zbog navedenih faktora stoji i do deset puta manje, čak i ako ti kandidati nikad nisu imali iskustva u letenju.

Industrije u kojima se u civilnoj, tj. komercijalnoj namjeni primjenjuju dronovi uvelike napreduju. To se očituje u smanjenoj količini resursa prilikom obavljanja istih radnji, a korištenjem dronova povećava materijalni priljev. Sustavi dronova su zaslužni za mnogostruko smanjenje operativnih troškova za većinu radnji izviđanja, promatranja i inspekcije zbog spremnosti na obavljanje funkcije u vrlo kratkom vremenskom intervalu, s istim značajkama kao i kod robusnijih sustava – pritom se misli na zrakoplove i druge letjelice s posadama koje imaju daleko veće operativne troškove, kao i potrebnu izgrađenu infrastrukturu.

Prikupljanje podataka korištenjem drona jednako je učinkovito kao i zrakoplovima, no obzirom na nepostojanje zamora, i mogućnosti programiranja leta samih letjelica, ovakav način prikupljanja podataka ovisi isključivo o sposobnosti letjelica da što duže vremena ostanu u zraku. Postoje koncepti koji mogu letjeti tjedan dana, bez potrebe za gorivom, odnosno koristeći isključivo solarnu energiju, pa je čak i moguće programirati iste letjelice da bez korištenja energije, koristeći postojeća vrtloženja i kretanja vjetra zadrže visinu ili kontrolirano smanjuju istu u vremenu potrebnom da bi se opet koristio odgovarajući izvor energije – pritom se misli na solarnu energiju.

Regulativa vezana za dronove u nadležnosti je država članica (prema ICAO), odnosno nastoje se unificirati odluke Europske Komisije na području Europe, a drugih nadležnih organizacija drugdje u svijetu. Ipak, povreda suvereniteta svake pojedine države nastoji se izbjeći apelirajući na donošenje zasebne regulative na području svake države, no u skladu sa donesenim propisima.

Može se zaključiti kako postoje ogromna očekivanja od industrije dronova u bliskoj budućnosti, te se najveći pomak očekuje u trenutku kada će se postići odgovarajuća komunikacija između autonomno kontroliranih dronova, kako bi se mogli pozicionirati jedan u odnosu na drugi te time osigurati maksimalnu razinu sigurnosti. Prema mnogim predviđanjima vrhunskih svjetskih stručnjaka i agencija, svakodnevno korištenje dronova će postati temelj uspješnog poslovanja svih vrsta industrija i poslovnih objekata. Tehnologija dronova će polako, ali sigurno zamijeniti čovjeka i ljudski faktor u određenim radnjama,

poslovima i aktivnostima za koje je do tada primarno bio odgovoran isključivo sam čovjek. Nediskutabilno je kako će dronovi uvelike poboljšati kvalitetu života ljudi i u potpunosti promijeniti svijet kakav poznajemo danas. Tolike moguće promjene u svijetu koristeći svakodnevno dronove vuče sa sobom osim dobrih strana i one manje dobre zbog mogućih povreda ljudskih sloboda i privatnosti te zbog utjecaja na najvažniji aspekt ljudskog života, njegovu sigurnost. Naime, po svemu sudeći globalna rasprostranjenost dronova i njihove tehnologije je neminovna te se zato valja dobro pripremiti i spremno dočekati takvu promjenu u svijetu te ju na kraju i maksimalno iskoristiti.

## LITERATURA

1. URL: <http://www.flyingmachines.org/hens.html> (svibanj 2018.)
2. Coulston, G. C.: Science and Polity in France: The Revolutionary and Napoleonic Years. 2004; 372 – 373.
3. URL: <http://www.findingdulcinea.com/news/on-this-day/July-August-08/On-this-Day--Austria-Rains-Balloon-Bombs-on-Venice.html> (svibanj 2018.)
4. URL: <https://news.nationalgeographic.com/news/2013/05/130527-map-video-balloon-bomb-wwii-japanese-air-current-jet-stream/> (svibanj 2018.)
5. URL: <https://www.warhistoryonline.com/military-vehicle-news/short-history-drones-part-1-x.html> (svibanj 2018.)
6. Parker, D. T.: Building Victory: Aircraft Manufacturing in the Los Angeles Area in World War II. Cypress, CA, 2013.
7. URL: <https://www.tapatalk.com/groups/vbcf/kettering-dayton-bug-t1212.html> (svibanj 2018.)
8. URL: [http://www.ctie.monash.edu.au/hargrave/rpav\\_radioplane3.html](http://www.ctie.monash.edu.au/hargrave/rpav_radioplane3.html) (svibanj 2018.)
9. URL: <https://forums.x-plane.org/index.php?/files/file/19086-ryan-firebee/> (svibanj 2018.)
10. Hopkins, J.: Apl technical digest. 2013; volume 32: number 3
11. URL: [https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:QH-50\\_DASH\\_over\\_USS\\_Hazelwood.jpg](https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:QH-50_DASH_over_USS_Hazelwood.jpg) (svibanj 2018.)

12. URL: <https://www.turbosquid.com/3d-models/3d-rq-2-pioneer-uav-model/490134> (svibanj 2018.)
13. URL: <https://hrcak.srce.hr/file/23228-6> (lipanj 2018.)
14. Ivković, I.: Odabir vrste bespilotne letjelice primjenom podrške odlučivanja, Završni rad, FSB, Zagreb; 2017.
15. Arjomandi, M.: Classification of Unmanned Aerial Vehicles. Adelaide, 2008.
16. Narodne Novine: Pravilnik o sustavima bespilotnih zrakoplova. Narodne novine d.d. 49 (I), Zagreb, 2015.
17. URL: [https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/NPA%202017-05%20\(A\)\\_0.pdf](https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/NPA%202017-05%20(A)_0.pdf) (srpanj 2018.)
18. URL: [http://europa.eu/rapid/press-release\\_IP-17-1605\\_en.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_IP-17-1605_en.htm) (srpanj 2018.)
19. URL: <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/drones-warsaw-declaration.pdf> (srpanj 2018.)
20. URL: <https://www.sesarju.eu/sites/default/files/documents/reports/U-space%20Blueprint%20brochure%20final.PDF> (srpanj 2018.)
21. URL: [http://europa.eu/rapid/press-release\\_MEMO-16-4123\\_en.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-16-4123_en.htm) (srpanj 2018.)
22. URL: <https://uavcoach.com/drone-laws/> (srpanj 2018.)
23. URL: [https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Order/FAA\\_JO\\_7200\\_23\\_2.pdf](https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Order/FAA_JO_7200_23_2.pdf) (srpanj 2018.)
24. URL: [https://www.faa.gov/regulations\\_policies/faa\\_regulations/](https://www.faa.gov/regulations_policies/faa_regulations/) (srpanj 2018.)
25. URL: [https://www.faa.gov/uas/media/model\\_aircraft\\_spec\\_rule.pdf](https://www.faa.gov/uas/media/model_aircraft_spec_rule.pdf) (srpanj 2018.)
26. URL: [https://www.faa.gov/uas/media/Part\\_107\\_Summary.pdf](https://www.faa.gov/uas/media/Part_107_Summary.pdf) (srpanj 2018.)
27. URL: <https://www.tsa.gov/> (srpanj 2018.)

28. URL: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2015\\_05\\_49\\_974.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2015_05_49_974.html) (srpanj 2018.)
29. URL: [http://www.ccaa.hr/hrvatski/naslovnica\\_1/](http://www.ccaa.hr/hrvatski/naslovnica_1/) (srpanj 2018.)
30. URL: <https://understandingempire.wordpress.com/2014/03/13/graphic-inventory-of-total-u-s-military-drones/> (kolovoz 2018.)
31. URL: <https://understandingempire.files.wordpress.com/2014/03/screen-shot-2014-03-13-at-15-11-41.png> (kolovoz 2018.)
32. URL: <http://mydronelab.com/blog/types-of-military-drones.html> (kolovoz 2018.)
33. Vidović A. Nekonvencionalno zrakoplovstvo, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2017. (bilješke s predavanja)
34. URL: <https://www.airforce-technology.com/projects/rq4-global-hawk-uav/> (kolovoz 2018.)
35. URL: <https://www.ainonline.com/aviation-news/defense/2015-12-21/first-nato-rq-4b-global-hawk-takes-flight-california> (kolovoz 2018.)
36. URL: <https://www.airforce-technology.com/projects/heron-tp-eitan-male-uav/> (kolovoz 2018.)
37. URL: <https://www.drivespark.com/off-beat/all-about-heron-tp-armed-drone-022948.html> (kolovoz 2018.)
38. URL: <https://www.airforce-technology.com/projects/camcopters-100uav/> (kolovoz 2018.)
39. URL: <https://theaviationist.com/2014/10/25/osce-s-100-camcopter/> (kolovoz 2018.)
40. URL: <https://www.airforce-technology.com/projects/predator-uav/> (kolovoz 2018.)
41. URL: <http://www.unmannedsystemstechnology.com/2017/01/us-air-force-selects-new-mq-9-reaper-base/> (kolovoz 2018.)
42. URL: <https://www.airforce-technology.com/projects/neuron/> (kolovoz 2018.)
43. URL: <http://www.aviaexpo.com/en/products/defence-weapons-systems/military-aircrafts-and-drones/uav-uas-drones/neuron/> (kolovoz 2018.)
44. URL: <https://www.naval-technology.com/projects/x-47b-unmanned-combat-air-system-carrier-ucas/> (kolovoz 2018.)

45. URL: <http://www.northropgrumman.com/Capabilities/x47bucas/Pages/default.aspx> (kolovoz 2018.)
46. URL: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2017-02-09-gartner-says-almost-3-million-personal-and-commercial-drones-will-be-shipped-in-2017> (kolovoz 2018.)
47. URL: <https://www.recode.net/2017/3/27/15077998/us-drone-owners-registered-fly-15-months> (kolovoz 2018.)
48. URL: <https://www.inc.com/will-yakowicz/1-million-drones-to-take-to-skies-after-holidays.html> (kolovoz 2018.)
49. URL: <https://www.inc.com/magazine/201703/steve-goldberg/drone-force-infographic.html> (kolovoz 2018.)
50. URL: <https://www.businessinsider.com/delivery-drones-market-service-2017-7> (kolovoz 2018.)
51. URL: <http://www.thisismoney.co.uk/money/news/article-5230181/Amazon-designs-delivery-drone-self-destructs.html> (kolovoz 2018.)
52. URL: [http://past.infoag.org/abstract\\_papers/papers/paper\\_334.pdf](http://past.infoag.org/abstract_papers/papers/paper_334.pdf) (kolovoz 2018.)
53. URL: <http://www.esrftz.org/newsdetail.php?id=234> (kolovoz 2018.)
54. URL: <https://techcrunch.com/story/uber-details-aerial-ride-hailing-platform-at-elevate/?guccounter=1> (kolovoz 2018.)
55. URL: <https://www.digitaltrends.com/cool-tech/uber-elevate-flying-cars/> (kolovoz 2018.)
56. URL: <http://aviationweek.com/mro-enterprise-software/more-airlines-turn-uavs-aircraft-inspection> (kolovoz 2018.)
57. URL: <https://www.mro-network.com/technology/aircraft-inspection-drones-entering-service-airline-mros> (kolovoz 2018.)
58. URL: <https://www.intel.com/content/www/us/en/technology-innovation/aerial-technology-light-show.html> (kolovoz 2018.)
59. URL: <https://www.techradar.com/news/pixels-in-the-night-why-drone-light-shows-are-taking-off> (kolovoz 2018.)
60. URL: <https://dronesec.xyz/2017/07/29/intel-drones-perform-singapore-ndp/> (kolovoz 2018.)

61. URL: <https://www.vertafore.com/resources/blog-posts/5-ways-drones-will-impact-insurance-industry-2020> (kolovoz 2018.)
62. URL: <https://www.cio.com/article/3252093/financial-it/taking-to-the-skies-using-drones-in-the-insurance-industry.html> (kolovoz 2018.)
63. URL: <https://dronelife.com/2015/02/19/do-you-need-drone-insurance/> (kolovoz 2018.)

## POPIS SLIKA

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| Slika 1. Zračna parna kočija .....                                              | 3  |
| Slika 2. Automatic Airplane .....                                               | 5  |
| Slika 3. Kettering Bug .....                                                    | 6  |
| Slika 4. Polijetanje Radioplanea OQ-2 .....                                     | 7  |
| Slika 5. Ryan Firebee .....                                                     | 8  |
| Slika 6. Slijetanje Dash-a QH-50 na palubu nosača zrakoplova.....               | 9  |
| Slika 7. Prikaz Pioneera RQ-2 u letu.....                                       | 10 |
| Slika 8. Podjela vojnih dronova prema veličini .....                            | 27 |
| Slika 9. Prvi let NATO-vog RQ-4B Global Hawka .....                             | 30 |
| Slika 10. Heron TP .....                                                        | 31 |
| Slika 11. Prikaz Camcoptera S-100 u Schiebel korporaciji .....                  | 32 |
| Slika 12. MQ-9 Reaper zvan Predator snimljen u letu .....                       | 33 |
| Slika 13. Europski nEUROn .....                                                 | 34 |
| Slika 14. X-47B u akciji punjenja gorivom za vrijeme leta .....                 | 35 |
| Slika 15. Dostava paketa dronom putem Amazonova PrimeAir programa .....         | 38 |
| Slika 16. Oprašivanje polja korištenjem drona .....                             | 39 |
| Slika 17. Prikaz drona UberAir .....                                            | 41 |
| Slika 18. Heliudrom BOKA Powell kompanije .....                                 | 41 |
| Slika 19. Dron Rapid u inspekciji EasyJet-ovog Airbusa A320 .....               | 42 |
| Slika 20. Intelov Shooting Star dron .....                                      | 44 |
| Slika 21. Inspekcija nastale štete korištenjem daljinski upravljivog drona..... | 45 |

## POPIS TABLICA

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablica 1. Specifikacije i klasifikacija bespilotnih letjelica .....          | 12 |
| Tablica 2. Kategorije letačkih operacija dronova.....                         | 14 |
| Tablica 3. Prikaz pravnih regulativa o bespilotnim letjelicama u Europi ..... | 18 |

## POPIS GRAFIKONA

|                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Grafikon 1. Prikaz registriranih korisnika dronova u Sjedinjenim Američkim Državama..... | 36 |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|

## POPIS KRATICA

- ATM (Air Traffic Management) Upravljanje zračnom plovidbom
- AV (Aerial Vehicle) Letjelica
- CCAA (Croatian Civil Aviation Agency) Hrvatska agencija za civilno zrakoplovstvo
- EASA (European Aviation Safety Agency) Europska agencija za zrakoplovnu sigurnost
- EM (Empty Mass) Masa praznog vozila
- FAA (Federal Aviation Administration) Savezna uprava za civilno zrakoplovstvo
- GAT (General Air Traffic) Generalni zračni promet
- GPS (Global Positioning System) Globalni pozicijski sustav
- LED (Light Emitting Diodes) Svjetleće diode
- MTOM (Maximum Take Off Mass) Maksimalna masa za polijetanje
- NATO (North Atlantic Treaty Organization) Sjevernoatlantski savez
- PAV (Pilotless Aerial Vehicle) Bepilotna letjelica
- ROV (Remotely Operated Vehicle) Daljinski upravljano vozilo
- RPAS (Remotely Piloted Aircraft System) Daljinski upravljani sustav letjelice
- SESAR (Single European Sky ATM Research) ATM istraživanje jedinstvenog europskog neba
- UAS (Unmanned Aerial System) Bepilotni zračni sustav
- UAV (Unmanned Aerial Vehicle) Bepilotna letjelica
- UAVSA (Unmanned Aerial Vehicle Systems Association) Udruženje sustava bespilotnih letjelica
- UCAV (Unmanned Combat Aerial Vehicle) Borbena bespilotna letjelica
- UGV (Unmanned Ground Vehicle) Bepilotno kopneno vozilo
- UMV (Unmanned Marine Vehicle) Bepilotno plovilo
- UV (Unmanned Vehicle) Bepilotno vozilo
- VTOL (Vertical Take Off and Landing) Vertikalno polijetanje i slijetanje