

Zakonska regulativa dronova

Ferenda, Martin

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Organization and Informatics / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet organizacije i informatike**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:211:304173>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial 3.0 Unported / Imenovanje-Nekomercijalno 3.0](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-02**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Organization and Informatics - Digital Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ORGANIZACIJE I INFORMATIKE
VARAŽDIN**

Martin Ferenda

ZAKONSKA REGULATIVA DRONOVA

ZAVRŠNI RAD

Varaždin, 2022.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

**FAKULTET ORGANIZACIJE I INFORMATIKE
VARAŽDIN**

Martin Ferenda

Matični broj: 0016135452–R

Studij: Informacijski sustavi

ZAKONSKA REGULATIVA DRONOVA

ZAVRŠNI RAD

Mentor/Mentorica:

Prof. dr. sc. Neven Vrček

Varaždin, lipanj 2022.

Martin Ferenda

Izjava o izvornosti

Izjavljujem da je moj završni/diplomski rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u izradi istoga nisam koristio drugim izvorima osim onima koji su u njemu navedeni. Za izradu rada su korištene etički prikladne i prihvatljive metode i tehnike rada.

Autor/Autorica potvrdio/potvrdila prihvaćanjem odredbi u sustavu FOI-radovi

Sažetak

Dronovi su danas vrlo popularne i dostupne letjelice. Ideja je vječna, no tek napretkom tehnologije postaje moguće istu realizirati. U ovom radu opisani su pojmovi vezani uz dronove, povijest razvoja, današnji oblici i modeli dronova, današnja i buduća primjena i zakonske regulative vezane uz istu. Dronovi mogu biti vrlo korisni, no s druge strane i vrlo opasni, te je zbog sigurnosti prije svega zračnog prostora, a i svih na tlu, potrebno pravilima i propisima regulirati upotrebu dronova. U radu se detaljnije analiziraju značajnije svjetske države u području regulative dronova. Temeljem toga, pokušat će se predvidjeti budući trendovi upotrebe dronova, te zakonske regulative koje ih prate.

Ključne riječi: dron, regulativa, država, primjena, trendovi, budućnost

Sadržaj

Sadržaj	iii
1. Uvod	1
2. Dronovi	2
2.1. Povijest	4
2.2. Vrste dronova	9
3. Primjena dronova.....	17
3.1. Zabava	17
3.2. Poljoprivreda i šumarstvo.....	18
3.3. Industrija i građevinarstvo	20
3.4. Akcije spašavanja	21
3.5. Vojska.....	22
4. Zakonska regulativa.....	23
4.1. Sjedinjene Američke Države	24
4.2. Europska unija	28
4.3. Njemačka.....	32
4.4. Austrija	34
4.5. Japan	35
4.6. Hrvatska.....	36
5. Budući trendovi primjene dronova	38
6. Budućnost zakonskih regulativa.....	40
7. Zaključak	41
Popis literature.....	42
Popis slika	45
Popis tablica	46

1. Uvod

Tema ovog rada je zakonska regulativa dronova. Kako se u regulativama koriste pojmovi koji možda nisu intuitivno razumljivi, a same regulative se temelje na oblicima upotrebe dronova, najprije slijedi opis dronova i pojmova vezanih uz njih. U drugom dijelu rada slijedi detaljan opis regulativa općenito, te analiza značajnijih svjetskih država u području regulativa primjene dronova.

Od davnina čovjekov san je letjeti. Tek razvojem zrakoplovne industrije taj san postaje stvarnost. Dronovi kakve danas poznajemo rezultat su razvoja istih za različite primjene. U početku su dronovi vrlo slični zrakoplovima s posadom, no razvojem tehnologije dimenzije se smanjuju, a pojavljuju se i nove vrste. Zrakoplovna industrija je u odnosu na početke do danas iznimno napredovala, pa tako trenutno postoje vrlo veliki zrakoplovi sposobni prevoziti velik broj ljudi ili težak teret. Ekonomska i suprotnost u dimenzijama takvim zrakoplovima su upravo dronovi.

Opremljeni najrazličitijim kamerama i sensorima za prikupljanje podataka iz zraka, dronovi danas imaju vrlo širok spektar primjene. Od pojednostavljivanja i ubrzavanja zadataka koji obuhvaćaju nadzor velikih površina poput primjene u poljoprivredi, do prikupljanja podataka o stanju prirode i infrastrukture, spašavanja i traganja za unesrećenima i vojne primjene kako u svrhe vježbe, tako i u sukobima i rješavanju istih.

Naravno, najšira primjena je upravo za zabavu. Od običnog leta i natjecanja u obliku utrka i poligona do snimanja i fotografiranja iz zraka čime se stvara sadržaj drugačije perspektive. Zbog specifičnosti operacija i zadataka, pojavljuju se novi modeli s novim mogućnostima.

Takvom popularizacijom i dostupnošću dronova povećava se broj istih u zračnom prostoru. Zbog toga je potrebno pravilima i propisima zakonski regulirati upotrebu dronova prvenstveno zbog sigurnosti svih sudionika u zračnom prometu kao i osoba, životinja i imovine na tlu. Nije jednostavan zadatak kreirati pravila koja obuhvaćaju sve dronove. Zbog vrlo različitih mogućnosti dronova, najčešća podjela je u kategorije prema masi drona prilikom polijetanja. Napretkom tehnologije, masa nije više jedino mjerilo opasnosti dronova. Novije regulative okreću se u smjeru procjene rizika leta kojeg dron može izvesti.

2. Dronovi

U ovom poglavlju opisat će se dronovi kao pojam i kao leteći objekt. Također, kratak opis povijesti razvoja dronova, te će biti nabrojane i opisane vrste dronova, a sve s ciljem kako bi se lakše mogao pratiti ostatak rada i terminologija korištena u istom.

Dronovi su danas sve popularniji, posebice zbog širokih mogućnosti primjene istih. Ako je prije 10-ak, pa čak i 5 godina bila rijetkost da netko posjeduje dron, u vrijeme pisanja ovog rada to nije slučaj. Razvojem tehnologije, te većom konkurencijom proizvođača, dronovi za osobnu upotrebu su postali sve pristupačniji većem broju ljudi. No što se točno može smatrati dronom? Upravo ovo poglavlje ima za cilj dati odgovor na postavljeno pitanje. Velika je vjerojatnost da je prosječan čitatelj ovog rada već upoznat s pojmom drona kao letećeg objekta u obliku helikoptera koji najčešće služi fotografiranju ili snimanju Zemljine površine i objekata na istoj. Međutim, pojam drona obuhvaća mnogo više od navedenog, bilo da se radi o obliku ili načinu primjene. Zbog toga će se čitatelj najprije upoznati sa samim pojmom drona kako bi se lakše pratio ostatak rada.

Dronom se može nazvati svaki besposadni leteći objekt koji posjeduje vlastiti pogonski sustav, te mogućnost upravljanja na daljinu ili izvođenja unaprijed definirane putanje leta. Pojam besposadnog letećeg objekta u ovom slučaju označava da se članovi posade ne nalaze na letjelici već se istu kontrolira sa određene udaljenosti nekim od sustava za daljinsko upravljanje. Umjesto pojma besposadne letjelice može se koristiti pojam bespilotne letjelice. Taj pojam točnije opisuje situaciju u kojoj letjelica nema pilota kao čovjeka, već se koristi sustav automatskog navođenja ili letjelica izvodi unaprijed definiranu putanju leta. Budući da pojam posade u ovom slučaju podrazumijeva pilota, odnosno pilot je dio posade, ispravno je koristiti pojam besposadne letjelice koji je opširniji i pokriva više slučajeva, uključujući i već navedenu mogućnost da letjelicom ne upravlja nužno pilot kao čovjek, već računalo koje izvodi unaprijed napisan programski kod ili se čak koristi sustav za automatsko navođenje. Prva pomisao na dron je obično leteći objekt veličine do 1 metra i mase do nekoliko kilograma, što je opravdano jer većina dronova koji se koriste danas jesu upravo tih dimenzija, no dronovi kao takvi mogu biti raznih veličina i masa. Od svega nekoliko grama, a uskoro i manje od 100 miligrama, do velikih zrakoplova sposobnih za prijevoz ozbiljnih tereta. Zbog toga je veličina irelevantna u samoj definiciji drona. Još neke od definicija drona kao pojma su: Dron je uobičajeni naziv za svaku bespilotnu letjelicu [1]., Dron znači bespilotna letjelica ili UAV koja je zrakoplov bilo koje veličine koji radi bez pilota na sebi [2]., Dron znači bespilotna letjelica koja leti pod kontrolom udaljenog pilota ili mehanizma navođenja autopilota geografskog sustava za pozicioniranje (GPS) i koja je opremljena bilo kojim senzorskim uređajem ili sposobna prikupljati bilo koje podatke [2]., Bespilotne letjelice (UAV), češće nazivane dronovima, su manji zrakoplovi koji

lete autonomno. [3, str. 30], Dron je bespilotna letjelica ili bespilotni zrakoplovni sustav. U suštini je to leteći robot kojeg se kontrolira na daljinu ili može letjeti autonomno s planovima leta kontroliranim od strane programa ugrađenim u sustav drona koji rade u sprezi sa sensorima i globalnim sustavom pozicioniranja (GPS) [4]., Letjelica koja ima pogon i ne nosi osobu koja upravlja letjelicom, koristi aerodinamične sile kako bi osigurala uzgon, može letjeti autonomno ili biti kontrolirana od strane udaljenog pilota, može biti proširena ili korištena više puta i može nositi smrtonosni ili ne smrtonosni teret [5]., Pojam bespilotne letjelice (UAV) je prvi put skovan 1980-ih kako bi opisao autonomne ili upravljane na daljinu, višenamjenske letjelice koje su vođene od strane aerodinamičnih sila i sposobne nositi teret [6]. Sve navedene definicije su slične i opisuju upravo one aspekte koji su objašnjeni u prethodnom tekstu.

Najčešće korištena skraćenica u svijetu dronova je UAV (eng. *Unmanned Aerial Vehicle - UAV*), što se može prevesti na hrvatski kao bespilotna letjelica. Kako je već navedeno, isti pojam je moguće prevesti kao besposadna letjelica. Također, često se spominje i skraćenica UAS (eng. *Unmanned Aerial System - UAS*), koju se može prevesti kao bespilotni ili besposadni zračni sustav. Ponekad se spominje i skraćenica RPA (eng. *Remote Pilot Aircraft - RPA*) što označava letjelicu kojom se upravlja na daljinu. Postavlja se pitanje jesu li pojmovi dron, UAV, UAS i RPA sinonimi? Iako se najčešće, posebice u medijima, za sve navedeno koristi pojam dron, postoje određene razlike u tome što navedeni pojmovi opisuju. Pojam dron je najširi, odnosno opisuje bilo koju bespilotnu letjelicu neovisno o vrsti ili načinu upravljanja. Taj pojam je i najpoznatiji većini populacije, pa se često koristi kako bi se privukla pažnja na neku vijest. Bespilotna letjelica (UAV) kao pojam označava uži skup letjelica, odnosno postavlja određene uvjete koje letjelice moraju ispuniti kako bi se mogle navoditi kao UAV. Radi se o uvjetima da letjelica mora moći letjeti autonomno ili biti upravljana na daljinu od strane pilota. Pojam UAV odnosi se isključivo na letjelicu kao objekt bez popratnih sustava, opreme i dodataka. Zbog toga Pilot Institute [7] navodi kako je svaki UAV ujedno i dron, ali nije nužno svaki dron UAV, iako se vrlo često koriste kao sinonimi. Bespilotni zračni sustav (UAS) je nešto širi pojam nego UAV jer osim same letjelice uključuje i svu opremu i dodatke potrebne za rad letjelice, pa tako i pilota koji istom upravlja. Prema Pilot Institute [7] to uključuje modul globalnog sustava za pozicioniranje (GPS), kontroler na tlu, sustav prijenosa, kameru, softver i pilota na tlu iz čega je jasno da je UAV samo dio UAS-a. Na kraju, pojam RPA označava letjelicu s udaljenim pilotom. Također, prema Pilot Institute [7], RPA podrazumijeva letjelice za čije je upravljanje potrebna ozbiljnija razina treniranja ili veće iskustvo u upravljanju sličnim letjelicama. Glavna svrha pojma RPA je uvesti mogućnost razlikovanja letjelica kojima je jednostavno upravljati od letjelica koje zahtijevaju naprednije vještine upravljanja. Kako bi se bolje razumjele zakonske regulative, važno je dobro poznavati i razlikovati navedene pojmove.

Samo porijeklo pojma dron (eng. drone) je vrlo zanimljivo. Taj pojam je poznat već više od 1000 godina, ali je korišten kao pojam koji opisuje mužjaka pčele kojeg se naziva trut. Trut nije radna jedinka već kao glavni zadatak ima oplodnju matice, odnosno glavne pčele u košnici. Također, trut nema mogućnost uboda jer ne posjeduje žalac.

2.1. Povijest

Kratak opis povijesti dronova i letećih objekata od davnina do modernog doba tema je ovog poglavlja. Ideja letenja je vječna, još iz doba Dedala i Ikara, no napretkom zrakoplovstva otvaraju se nove mogućnosti kao što je upravljanje letjelicom na daljinu. Na taj način se prvenstveno smanjuje rizik za pilota i posadu letjelice u slučaju kvara, ali i omogućuje letjelici odlazak u inače nepristupačna područja, posebice ako se radi o manjim dronovima.

Dronovi, kakve danas većina ljudi poznaje, obično se povezuju sa zabavom ili stvaranjem sadržaja poput fotografija i videozapisa i osim mogućnosti povrede privatnosti fotografiranjem ili snimanjem video sadržaja, nemaju izraženih negativnih strana. Suprotno tome, prvi dronovi su bili razvijani upravo za potrebe vojske. Rani počeci i testiranja dronova su često rezultirali neuspjehom zbog ambicioznih ideja, a nedovoljno razvijene tehnologije za realizaciju istih.

Prva pomisao na dron kao bespilotni leteći objekt zasigurno nije balon na vrući zrak. Kako je prvi zrakoplov izrađen tek 1903. godine, prema [8], prvi let bespilotnom letjelicom je javno izveden 1783. godine u Francuskoj. Radilo se upravo o balonu na vrući zrak koji je poletio bez ljudske posade, postigao visinu od preko 3000 metara, te sigurno sletio čime je omogućena ponovna upotreba iste letjelice što je važan aspekt dronova.

Prethodno opisani događaj nije imao za cilj nikakvu vojnu aktivnost, već dokazivanje mogućnosti leta većih objekata, a prvi pokušaj uporabe dronova u vojnim aktivnostima zabilježen je 1849. godine. Prema [8], radilo se o bombi koju je nosi balon, a cilj je bio napad na Veneciju. Namjerno je navedena riječ pokušaj jer takvi leteći objekti nisu bili učinkoviti. U istom stoljeću uslijedila su dva značajnija događaja vezana uz fotografiranje iz zraka, što je na prvu pomisao glavna zadaća i svrha današnjih dronova. Godine 1858. prema [8], ponovno je u središtu pozornosti balon na vrući zrak korišten kako bi se načinila fotografija iz zraka, a nešto kasnije, točnije 1896. godine, za istu svrhu korištena je raketa. Raketa koja nosi kameru bila je pokus slavnog izumitelja Alfreda Nobela. Međutim, kako piše [8], Nobel nije bio jedini od velikih umova koji je radio na objektima kontroliranim na daljinu. Nikola Tesla je dvije godine nakon Nobelovog pokusa predstavio brod na daljinsko upravljanje široj publici u New Yorku koja je, prema [8], bila uvjerena da je Tesla mađioničar ili posjeduje moći telekineze ili je dresirao majmuna da upravlja brodom. Naravno, upravljanje brodom postignuto je pomoću

radio valova. Tesla je unosio naredbe, a brod je preko antene primao signal radio valova i izvršavao naredbe. Iako su tema ovog rada leteći objekti, važno je spomenuti ovaj događaj jer se isti često navodi kao početak robotike što dokazuje koliko su ovakav pokus, a prije svega i sama ideja bili ispred svog vremena.

U 18. i 19. stoljeću, kako je i vidljivo iz prethodnog teksta, nije bilo mnogo pokusa i upotrebe bespilotnih letjelica, no to se u 20. stoljeću napretkom tehnologije i zrakoplovstva općenito, drastično mijenja. Nažalost, pokretač tog napretka bili su brojni ratovi.

Prvi značajniji događaj u kojem su korišteni dronovi je bitka kod Neuve Chapelle. Radi se o 1915. godini kada su britanske snage izradile kartu njemačkog fronta koristeći dronove opremljene kamerama. Dobivene fotografije su kasnije u slojevima postavljene jedne na druge što ujedno predstavlja i prvi primjer ortomozaika i aerofotogrametrije [8]. Već je ranije u definiciji drona navedeno kako letjelica može izvoditi unaprijed definirane radnje tokom leta. Sljedeći primjer predstavlja prvu značajniju uporabu drona s navedenim mogućnostima. Ideja je bila programirati dron na način da izvrši određene radnje ako su postavljeni uvjeti ispunjeni. Riječ je o torpedu popularno nazivanom Buba (eng. Bug) koji je bio opremljen unaprijed konfiguriranim sustavima za upravljanje i stabilizaciju letjelice, te je nosio 80 kilograma eksploziva. Postavljeni uvjet letjelici bila je određena udaljenost. Kada je letjelica postigla određenu udaljenost od točke lansiranja, motor letjelice se isključio, krila odvojila, a letjelica je zbog nedostatka pogona i uzgona počela padati [8].

Kada je riječ o dronovima u vojnim operacijama ili vježbama, prva pomisao je na dronove koji su naoružani ili nose eksploziv i sudjeluju u borbi. Međutim, prvim modernim dronom se smatra dron sa upravo suprotnom zadaćom. De Havilland DH82B Queen Bee je zrakoplov zamišljen kao meta za vježbanje protuzračnoj obrani. Zbog toga je bio prilično jeftin, a postojala je mogućnost upravljanja zrakoplovom od strane pilota u samom zrakoplovu kao i upravljanja na daljinu. Kako navodi [9], zrakoplov je imao vlastiti pogon u obliku motora od 130 konjskih snaga, raspon krila od 8.94 metara, masu od 828 kilograma, a mogao je postići brzinu od 167 kilometara na sat, visinu od 4267 metara, te je imao doomet od 483 kilometra. Umjesto dotadašnjih jedrilica koje su vučene zrakoplovima, kao meta za vježbanje protuzračne obrane koristio se Queen Bee upravljajući na daljinu što je uvelo dodatnu dinamiku u vježbu borbe. Zrakoplov je dijelom bio građen od drveta, što dokazuje i vrlo mala ukupna masa istog, kako bi u slučaju obaranja i pada u vodu ostao plutati. Ako pak nije bio oboren, što je često i bio slučaj zbog namjernog ciljanja pokraj mete, pilot bi sletio zrakoplovom na daljinu i isti se mogao ponovno koristiti. Slično pokusu Nikole Tesle, upravljanje dronom Queen Bee na daljinu je postignuto pomoću radio valova. Na samom zrakoplovu nalazio se prijemnik i sustavi za pomicanje kormila i površina za upravljanje visinom. Kormilo određuje smjer leta zrakoplova, a ostale površine poput zakrilaca i repnog stabilizatora određuju kut penjanja ili spuštanja

zrakoplova. Prema [9], Queen Bee je prvi put poletio kod Hatfielda 1935, te je na tom letu pilot bio u zrakoplovu za razliku od leta koji je izveden na daljinu kasnije iste godine. Kao model zrakoplova bio je vrlo popularan i često korišten, što dokazuje i ukupan broj od 412 proizvedenih zrakoplova tog modela.

Opisana inovacija britanskog Kraljevskog ratnog zrakoplovstva, kraće nazivanog RAF (eng. *Royal Air Force - RAF*), tada nije mogla proći nezapaženo. Nakon uspješnih letova tijekom 1935. godine, kako navodi [8], već slijedeće godine letu zrakoplova Queen Bee svjedoči admiral vojske Sjedinjenih Američkih Država (SAD-a), William Harrison Standley, koji po povratku pokreće program razvoja dronova sličan britanskom. Već je ranije navedeno da se pojam dron prije pojave besposadnih letjelica koristio za pčele, a kako naziv Queen Bee preveden na hrvatski znači matica pčela, prema [8], poručnik Delmar Fahrney je kao izraz poštovanja prema britanskoj inovaciji za platformu koju je razvijao koristio termin dron, što je ujedno i prvo korištenje tog pojma za besposadne letjelice. U godinama koje slijede, zračne snage SAD-a razvile su razne oblike dronova. Uz vlastiti razvoj dronova, velik dio inovacija i razvoja stigao je iz potpuno različite profesije.

Već godinu dana nakon početka razvoja dronova, zračne snage SAD-a uspješno izvode let novog drona. Prema [8], riječ je o dronu naziva Curtiss N2C-2 koji je upravljani iz obližnjeg zrakoplova koji je letio usporedno s dronom. Naravno, takav oblik kontrole nije idealan ni impresivan, ali je sama činjenica da je let uspješno proveden velik uspjeh za program razvoja dronova u SAD-u koji je u kratkom vremenu od osnutka proizveo upotrebljiv dron.

Ulaskom SAD-a u Drugi svjetski rat intenzivirala se potreba za razvojem i upotrebom dronova. Rješenje je stiglo iz potpuno neočekivanog područja. Glumac i zaljubljenik u zrakoplove Reginald Denny dao je velik doprinos američkom programu razvoja dronova. Prema [10], Denny se susreo sa zrakoplovima već tijekom Prvog svjetskog rata kada je i sam bio pilot. Ranjen je od strane suboraca prilikom vježbe, od čega se uspješno oporavio, završio obuku za pilota, ali nije sudjelovao u bitkama. Nakon rata nastavio je pokazivati interes za zrakoplove, te se tako pridružio pilotima kaskaderima u filmskoj industriji. Kasnije, 1934. godine, nakon što je pomagao susjedovom sinu izraditi model zrakoplova, otvorio je vlastitu trgovinu modelima zrakoplova. Taj događaj ujedno predstavlja početak dostupnosti dronova velikom broju ljudi. Nakon što su trgovina i brand Denny postali sinonim za kvalitetu na tržištu, prema [10], Denny postaje upoznat s radom Kennetha Casea koji se usmjerio na izradu minijaturnih sustava za daljinsko upravljanje, što mu daje zamisao da izradi dronove koji bi bili mete za gađanje protuzračnoj obrani. U to vrijeme, kako je ranije opisano, vojska je zrakoplove kao mete vukla iza zrakoplova s posadom što je uvijek predstavljalo rizik za posadu, te nije pružalo realnu putanju leta zrakoplova mete. Ideja Dennyja je bila izraditi dron za istu cijenu kao što je trošak leta dotadašnjih zrakoplova meta, ali s boljim performansama i stvarnijom

putanjem leta. Nakon niza modela, od kojih je svaki sljedeći pružao bolje performanse, 1941. godine je, prema [10], izrađen model RP-5 koji je postizao brzinu od 136 kilometara na sat, mogao je ostati u zraku sat vremena, te je imao raspon krila od 3.73 metra, masu od 47 kilograma, a pokretao ga je motor od 7 konjskih snaga. Do kraja rata je Dennyjeva kompanija Radioplane proizvela 14 891 dron, uključujući RP-5 i razne ostale modele.

Sličnim razmišljanjem kao u prethodna dva primjera, Boeing je 1943. godine razvio model zrakoplova BQ-7. Prema [8], zrakoplovom natovarenim eksplozivom je pri polijetanju i dijelu leta upravljao pilot u samom zrakoplovu, a kada se isti približio meti, pilot bi uključio automatski sustav za let zvan autopilot i iskočio iz zrakoplova koji bi se zabio u metu. Vidljivo je da se umjesto naoružanih dronova kakve se danas upotrebljava, ponovno radi o namjernom uništavanju drona bez mogućnosti ponovne upotrebe. Takve akcije su često vrlo riskantne, pa je model BQ-7 napušten zbog velike stope smrtnosti pilota. Kasnijih godina je dron sličnog oblika i funkcije korišten, uz razliku u navođenju istog do mete. Po iskakanju pilota iz zrakoplova, isti je navođen na daljinu od strane zrakoplova iza sebe. Kako je više ljudi stradalo prilikom testova i probnih letova nego neprijateljskih snaga prilikom upotrebe drona, taj projekt je također napušten.

Nakon ratnih godina uslijedio je nešto sporiji razvoj dronova. Značajnija godina je 1973. kada su, prema [8], modeli serije Mastiff i IAA Scout uspješno korišteni za nadzor i izviđanje vojnih akcija uz značajan skok u performansama samih dronova. Međutim, dronovi još uvijek nisu korišteni na način na koji većina zamišlja poveznicu između dronova i vojnih akcija. To se promijenilo 1982. godine kada su, prema [8], dronovi prvi put značajnije doprinijeli ishodu bitke. Naravno, takav uspjeh dronova nije mogao proći nezapažen, te je vojska SAD-a već nekoliko godina kasnije značajno proširila program razvoja i povećala proizvodnju dronova. Postalo je jasno da će dronovi imati velik značaj u budućim vojnim akcijama.

Sljedeći važniji događaji, prema [8], su se odigrali 1986. godine kada je razvijen jedan od najuspješnijih modela, RQ-2 Pioneer koji omogućuje prijevoz većeg tereta, te 1991. godine kada su dronovi u sukobu u Zaljevskom ratu letjeli bez prestanka od početka do kraja sukoba. Navedena dva događaja označavaju napredak dronova u području snage i izdržljivosti.

Svakako je potrebno istaknuti nezaobilazni model drona nazvan Predator. Upravo Predator predstavlja dron kakvog većina zamišlja kada je riječ o vojnim dronovima. Velik i moćan dron sposoban napasti svaku metu. Iako dizajnom vidljivim na slici 1 izgleda prilično futuristički čak i za današnje standarde, razvijen je već 1996. godine od strane SAD-a.



Slika 1: Dron Predator (Izvor: [11])

Predator je možda najpoznatije ime u svijetu dronova, posebice vojnih, a njegov izgled slika koju najviše ljudi zamišlja na spomen dronova, no manje je poznata priča o nastanku ovog drona. Razvoj je krenuo, prema [11], još 1983. kućnim projektom manje besposadne letjelice nazvane Albatross, a nastavio se pet godina kasnije unaprijeđenim dizajnom i modelom nazvanim Amber nakon čega je slijedio model GNAT 750. Nakon uspješnih korištenja modela GNAT 750, Ministarstvo obrane je uvidjelo potencijal tog modela, no zatražili su veći i robusniji model. Upravo taj model je 1996. godine po završetku razvoja nazvan RQ-1 Predator. Najviše je korišten u vojnim akcijama na Bliskom istoku zbog čega je i najpoznatiji većini po fotografijama u medijima. Sam dron je, prema [12], pokretan motorom od 115 konjskih snaga, imao raspon krila od 16.8 metara, duljinu od 8.22 metra, visinu od 2.1 metar, te je prazan težio 512 kilograma i mogao je razviti brzinu od 217 kilometara na sat što je u kombinaciji s 454 litarskim spremnikom goriva rezultiralo dometom od 1240 kilometara. Navedeni podaci pokazuju zašto je upravo Predator jedan od najznačajnijih dronova u povijesti.

Dosadašnji opisani događaji u povijesti razvoja dronova vezani su uz vojne svrhe. Međutim, to se u 21. stoljeću mijenja. Zbog toga vrijedi spomenuti 2006. godinu kada su, prema [8], dronovi prvi put dopušteni u civilnom zračnom prostoru SAD-a kako bi se priključili potrazi za unesrećenima nakon razornog uragana Katrine. Također, sve većim razvojem i

dostupnošću dronova za osobnu upotrebu, vidljiv je porast broja dronova u zračnom prostoru zbog čega je sve osjetnija potreba za zakonskim regulativama upotrebe dronova. Upravo spomenuta i godine koje slijede označile su početak danas najpoznatijih proizvođača dronova za osobnu upotrebu kao što su DJI, Syma, Parrot i mnogi drugi.

Pojavom sve većeg broja i modela dronova, dolazi do sve različitiije primjene istih. Proizvođači se orijentiraju na što jednostavnije upravljanje kako bi dronovi bili dostupniji većem broju ljudi, te povezivanju i upravljanjem dronom preko pametnih telefona. Na taj način korisnik nije obvezan kupovati dodatnu opremu, već može iskoristiti vlastiti pametni telefon za prikaz slike u stvarnom vremenu. To korisniku daje osjećaj uštede, a dronovima novu dimenziju univerzalnosti. Također, dronovi se programiraju kako bi izvodili akrobacije u letu što je korisniku dostupno pritiskom gumba ili kako bi se vratili na početnu koordinatu u slučaju gubitka kontrole, kvara ili loših vremenskih uvjeta. Promet u velikim gradovima predstavlja problem dostavnim službama, pa se tako danas, a posebice u vrijeme pandemije, razmatra mogućnost dostave manjih stvari kao što su hrana, lijekovi i druge potrepštine dronovima. Većim brojem primjena dronova javlja se i potreba za zakonskim regulativama. O tome, kao i o brojnim drugim primjenama dronova bit će više riječi u poglavljima koja slijede.

2.2. Vrste dronova

U ovom poglavlju slijedi opis karakteristika dronova, te podjela dronova prema obliku tijela, broju propelera, vrsti pogona, te načinu upotrebe. Način upotrebe ovdje podrazumijeva tehnologiju i način upravljanja dronom.

Na prvu pomisao drona većina zamišlja manji leteći objekt otprilike 0.5 do 1 metra dužine i širine, sa 4 pogonska motora i pripadajućim brojem rotora, odnosno elisa koje stvaraju uzgon, te manje mase. Međutim, dronovi postoje u različitim oblicima. Zbog toga se postavljaju određena pitanja. Koje su prednosti i nedostaci različitih modela? Kada i u kojim uvjetima koristiti koji model? Koja je razlika u upravljanju dronom ovisno o modelu? Odgovori na postavljena pitanja slijede u ovom poglavlju.

Iz poglavlja o povijesti razvoja dronova vidljivo je kako su, posebice u početku, a često i kasnije, dronovi zapravo bili manji zrakoplovi kojima se upravljalo na daljinu. Danas se za osobnu upotrebu najviše koriste dronovi s jednom ili više elisa koji su sličniji helikopteru. Iz toga slijedi prva i najopćenitija podjela dronova prema obliku tijela:

- Dronovi s fiksnim krilima
- Dronovi s mobilnim krilima
- Dronovi bez krila.

Dronovi s fiksnim krilima su upravo zrakoplovi koji koriste krila kao površinu za stvaranje uzgona. Takvim dronovima je za polijetanje potrebna pista kako bi postigli potrebnu brzinu. Dronovi s fiksnim krilima također mogu imati i elise ako se radi o hibridu. Takav hibrid posjeduje mogućnost vertikalnog polijetanja i slijetanja s mjesta (eng. *vertical take-off and landing* – VTOL) bez zalijetanja po pisti. Kako se radi o hibridu, moguće je takav dron smatrati dronom s fiksnim krilima i dronom s više rotora, o čemu će više riječi biti u nastavku.

Dronom s mobilnim krilima može se smatrati svaki dron koji posjeduje mogućnost sklapanja krila kako bi zauzimao što manje mjesta prilikom mirovanja ili transporta. Također, dronovi koji lete na način sličan pticama, odnosno mahanjem krilima, mogu se smatrati dronovima s mobilnim krilima.

Dronovi bez krila su svi dronovi koji za uzgon ili kretanje prostorom koriste elise, mlazni ili neku drugu vrstu pogona bez pomoći krila. Kako takvi dronovi mogu imati različit broj elisa, a ovisno o broju elisa razlikuje se i dizajn samog drona, najčešća i nešto detaljnija od prethodne podjele je:

- Dronovi s jednim rotorom
- Dronovi s više rotora.

Dronovi s jednim rotorom su zapravo helikopteri. Koriste jednu veću elisu kao pogon, te jednu manju elisu na repu zbog stabilnosti i mogućnosti upravljanja, konkretno, biranja smjera u kojem će se dron kretati.

Kod dronova s više rotora, princip rada je sličan, no ovisno o broju elisa razlikuje se dizajn samog drona. Razlog dizajna drona s više rotora je na prvi pogled vrlo logičan, a to je veća sigurnost, odnosno manji rizik pada letjelice. Ako letjelica s četiri rotora izgubi pogon u jednom rotoru, preostala tri mogu međusobno rasporediti opterećenje i letjelica nastavlja letjeti. Čak i ako nije više u stanju izvesti let do kraja kako je predviđeno, letjelica posjeduje dovoljno snage za siguran povratak na tlo. U stvarnosti to nije slučaj. Ako navedena letjelica izgubi pogon u jednom rotoru, počinje se vrtjeti oko vlastite osi i pada na tlo zbog neuravnoteženog okretnog momenta rotora. Tim istraživača sa Sveučilišta u Zürichu je pokusom dokazao da kvadkopter može ostati u zraku s pogonom u tri od četiri rotora, te se isti može kontrolirati, ali nije moguće zaustaviti vrtnju drona oko vlastite osi. Čitatelja se za detaljniji opis pokusa upućuje na [13]. Iz svega opisanog može se činiti da nema smisla dizajnirati dron sa više od jednog rotora. To naravno nije točno jer glavna svrha dronova s više rotora je stabilnost i jednostavnije upravljanje. Tako su, prema [4], danas najčešći dronovi s tri (trikopteri), četiri (kvadkopteri), šest (heksakopteri) i osam (oktokopteri) rotora, od čega su daleko najpopularniji kvadkopteri. Iako postoje dronovi sa više od osam, pa čak i do šesnaest rotora, takvi modeli su daleko manje zastupljeni u uporabi.

Nakon opisanih podjela i modela dronova, postavlja se prirodno pitanje. Koji model je najbolji? Ako ne postoji model koji je po svim aspektima bolji od ostalih, kakav model je

najprikladnije koristiti ovisno o uvjetima i cilju leta? U ovom odlomku slijedi opis prednosti i nedostataka prethodno navedenih modela dronova kao i odgovori na postavljena pitanja. Ako se uzmu u obzir prethodno opisane podjele i njihove kombinacije, prema [14] gotovo sve dronove moguće je svrstati u pet kategorija. To su:

- Zrakoplovi
- Helikopteri s jednim rotorom
- Hibridi s fiksnim krilima
- Helikopteri s više rotora
- Cepelini.

Prema [4], slijedi opis prednosti i nedostataka navedenih kategorija dronova. Zrakoplovi koriste površinu krila za postizanje uzgona zbog čega im je potrebno manje energije za let. Manjom potrošnjom energije osigurava se dulje trajanje leta, a kako se zrakoplovi kreću velikim brzinama kako bi ostali u zraku, isti mogu pokriti veliku površinu. Zbog toga se koriste za izradu geografskih i drugih vrsta karata, te za provjeru i kontrolu cjevovoda, dalekovoda i slično. S druge strane, nedostaci zrakoplova su potreba piste za polijetanje i slijetanje što može zauzeti veliku površinu, nemogućnost vertikalnog polijetanja i slijetanja ili lebdjenja na mjestu u prostoru, potreba za opsežnom obukom kako bi im se moglo upravljati, te skupoća izrade samog zrakoplova. Helikopteri s jednim rotorom predstavljaju suprotnost zrakoplovima. Oni mogu vertikalno poletjeti i sletjeti za što im nije potrebna velika površina, te mogu lebdjeti u jednoj točki u prostoru. Navedene prednosti dovoljan su razlog za njihovo korištenje kod mapiranja i pregleda područja laserom, o čemu će više riječi biti u poglavlju primjene dronova. Još neke prednosti helikoptera s jednim rotorom su dulje trajanje leta u odnosu na inačice s više rotora, te mogućnost prijevoza većih tereta. Takvi modeli također imaju i određene nedostatke. Zahtjevniji su za upravljanje zbog čega je potrebno više vježbe nego kod helikoptera s više rotora. Također, zbog veće elipse ovakvi modeli su opasniji, posebno kod polijetanja i slijetanja, te skuplji za izradu. Hibridi s fiksnim krilima predstavljaju model koji posjeduje osobine zrakoplova i helikoptera. Takvi modeli posjeduju krila i više rotora te mogu polijetati i slijetati vertikalno kao helikopteri, a kada se nalaze u zraku, mogu koristiti površinu krila za let kao zrakoplovi. Na taj način mogu lebdjeti u jednoj točki u prostoru, ali i postizati veće brzine i prelaziti velike udaljenosti. Zbog toga su iznimno pogodni za dostave, no još su u fazi razvoja, te nisu u široj upotrebi. Nakon opisanih zrakoplova i helikoptera s jednim rotorom, ovaj model se čini kao savršen. Međutim, nedostatak je to što se nalazi u fazi razvoja, a kako to nije model koji bi postigao veliki uspjeh na tržištu kao kvadkopter, razvoj je sporiji od helikoptera s više rotora. Zbog krila su takvi modeli veći i teži u odnosu na popularne kvadkoptere, pa je interes za ovaj model uglavnom izražen od strane dostavnih službi što rezultira manjom potražnjom nego kada je riječ o dronovima za osobnu upotrebu. Postavlja se pitanje zašto nije izražen veći interes od strane hobi korisnika za ovakvim modelima? Osim

navedenih većih dimenzija u odnosu na kvadkoptere, ovaj model u letu korištenjem krila nema performanse kao zrakoplov, niti prilikom lebdjenja nema performanse kao helikopter. Razlog tome je dodatna masa koju treba nositi u oba slučaja. Kada leti pomoću krila, ne koristi se rotor za vertikalno polijetanje i slijetanje i obrnuto. To iziskuje više snage pogonskog sustava i skraćuje vrijeme leta. Helikopteri s više rotora specijalizirani su za vertikalno polijetanje i slijetanje. Zbog toga im je glavni nedostatak manja brzina u odnosu na zrakoplove, a posljedica toga je i manji domet. Također, zbog više rotora, takvi modeli brže ostaju bez energije te imaju kraće vrijeme leta. Svaki rotor je relativno malen kako bi dron bio što manje mase i zbog toga ne može nositi velike terete. Kako je i ranije navedeno, glavna zadaća dizajna s više rotora je stabilnost drona. Kada je riječ o preciznom upravljanju, posebice u manjim prostorima, ostali modeli se po performansama ne mogu ni približiti helikopterima s više rotora. Zbog toga se oni koriste za fotografiranje ili snimanje video materijala iz zraka. Upravo zbog više rotora takvim dronovima je jednostavno upravljati. Još jedna pozitivna strana ovakvih modela je dostupnost na tržištu. Većina tržišta dronova za osobnu upotrebu je fokusirana na helikoptere s više rotora zbog prednosti koje pružaju u odnosu na ostale modele. Cepelini predstavljaju model dronova koji lete pomoću balona punjenog plinom koji je lakši od zraka. U ovu kategoriju mogu se ubrojiti i baloni na vrući zrak. Upotrebom balona ostvaruju uzgon bez korištenja pogonskog sustava, a isti koriste za kretanje prostorom. Prednost takvih modela je mala potrošnja goriva zbog čega mogu ostati u zraku dulje vrijeme. Nedostatak je veća mogućnost pada u slučaju oštećenja balona. Iako su počeci razvoja dronova vezani upravo za balone na vrući zrak, ovaj model dronova danas nije u široj upotrebi.

Nakon prethodno opisane podjele, te prednosti i nedostataka pojedinih modela dronova, ovdje je na sustavan način sve navedeno u obliku tablice kako bi se dobio pregledniji prikaz i mogućnost usporedbe različitih modela dronova.

Tablica 1: Prednosti i nedostaci različitih modela dronova (Prema: [4])

Model	Prednosti	Nedostaci
Zrakoplovi	<ul style="list-style-type: none"> - mala potrošnja energije - dulje trajanje leta - velika brzina letenja - mogućnost preleta velikih površina 	<ul style="list-style-type: none"> - potreba za pistom kod polijetanja i slijetanja - nemogućnost vertikalnog polijetanja i slijetanja ili lebdjenja - zahtjevni za upravljanje i potrebna obuka pilota - cijena
Helikopteri s jednim rotorom	<ul style="list-style-type: none"> - mogućnost vertikalnog polijetanja i slijetanja ili lebdjenja - mala potrošnja energije - sposobnost prijevoza teških tereta 	<ul style="list-style-type: none"> - opasni zbog brzo rotirajuće elise - zahtjevni za upravljanje i potrebna obuka pilota - cijena
Hibridi s fiksnim krilima	<ul style="list-style-type: none"> - mogućnost vertikalnog polijetanja i slijetanja ili lebdjenja - mala potrošnja energije 	<ul style="list-style-type: none"> - lošiji rezultati prilikom lebdjenja ili leta - u fazi razvoja
Helikopteri s više rotora	<ul style="list-style-type: none"> - dostupnost - jednostavnost korištenja - mogućnost vertikalnog polijetanja i slijetanja ili lebdjenja - stabilnost - mogućnost leta na malim prostorima 	<ul style="list-style-type: none"> - kratko trajanje leta - nemogućnost nošenja velikih tereta
Cepelini	<ul style="list-style-type: none"> - mala potrošnja energije - dulje trajanje leta 	<ul style="list-style-type: none"> - velika mogućnost pada zbog oštećenja balona

Postoji jedan aspekt koji je zajednički svim navedenim modelima bez obzira na podjele, a to je pogon. Svaki dron po definiciji mora imati vlastiti pogon. Dronovi danas koriste razne vrste pogona, pa se može činiti kako je svejedno kakav pogon je ugrađen u koji model drona. Međutim, kako je pogonski sustav često složen i masom najteži dio drona, potrebno je pojedinom modelu prilagoditi pogonski sustav kako bi bio dovoljno lagan i isporučivao dovoljno

snage za let. Svaki pogonski sustav mora imati neki izvor energije koju pretvara u rotaciju. Prema [15], danas postoje četiri izvora energije koje pogonski sustavi dronova koriste za stvaranje rotacije i potiska, a to su: kerozin ili gorivo koje koriste zrakoplovi, baterije, gorive ćelije i solarna energija.

Pogonski sustav koji kao energiju koristi kerozin je obično masom vrlo težak i zauzima velik prostor u odnosu na druge inačice pogonskih sustava jer je potrebno osigurati mjesto za gorivo. Osim toga, izgaranje kerozina stvara vrlo veliku temperaturu i može biti vrlo bučno. Izgaranjem kerozina stvaraju se čestice koje se nakupljaju u motoru, te je zbog toga potrebno češće održavanje takvih pogonskih sustava što stvara dodatne troškove. S druge strane, kerozin je relativno jeftin i siguran za upotrebu. Zbog toga takvu vrstu pogona koriste veći dronovi, posebice modeli s fiksnim krilima.

Goriva ćelija je elektromehanički uređaj koji pretvara kemijsku energiju goriva direktno u električnu energiju [15]. Takva vrsta pogona zvuči kao vrlo prikladna za dronove zbog velike učinkovitosti pretvorbe energije. To omogućava dronovima dulje trajanje leta, no problem takvog sustava je velika masa zbog čega manji dronovi nisu pogodni za takvu vrstu pogona. Što je dron teži to je više snage potrebno za let, čime se i troši više goriva i skraćuje vrijeme leta. Zbog svega navedenog, pogonski sustav baziran na gorivim ćelijama koriste uglavnom veći dronovi, a posebice dronovi s fiksnim krilima. Oni za let koriste površinu krila, te im je potrebna manja snaga kako bi ostali u zraku i nosili veće terete.

Solarna energija se čini kao vrlo učinkovito rješenje kada je u pitanju pogonski sustav dronova. Zbog u skorijoj budućnosti nepresušnog izvora energije, dronovi s takvom vrstom pogona mogli bi letjeti neprekidno. Međutim i tu, kao i kod prethodno opisanih pogonskih sustava, postoji problem. Kako bi dron dobivao dovoljnu količinu energije, površina panela bila bi prevelika u odnosu na dron. Također, solarni paneli su podložniji oštećenju u odnosu na prethodno opisane pogonske sustave.

Električne baterije su danas najrašireniji izvor energije u dronovima za osobnu upotrebu. Najveća prednost baterija je manja masa u odnosu na druge izvore energije za pogonski sustav. Jednostavne su i sigurne za upotrebu, a pružaju dovoljnu količinu energije. Punjive baterije su posebice praktične i štedne jer ih je moguće koristiti više puta i napuniti sa manjom količinom električne energije. Zbog manjeg kapaciteta, pogon na energiju iz električnih baterija koriste manji dronovi, posebice dronovi s jednim ili više rotora. Za dronove se najviše koriste litijeve baterije koje su vrlo male mase, a velikog kapaciteta što omogućuje dulje trajanje leta. Sama baterija je u početku poprilično skupa, ali kasnije ne zahtjeva održavanje.

Svaki dron mora biti upravljan na daljinu. Prvi dronovi bili su upravljani pomoću radiovalova, a napretkom tehnologije danas postoje razni načini upravljanja dronom na daljinu. Iako je riječ o različitim protokolima, radiovalovi su i dalje najpopularniji način komunikacije između drona i kontrolne stanice. Kontrolna stanica u ovom kontekstu podrazumijeva bilo koju

vrstu odašiljača, od velikih kontrolnih stanica do malenih daljinskih upravljača. Općenito, sustav upravljanja je dio sustava komunikacije drona i kontrolne stanice jer osim upravljačkih naredbi koje dron prima i izvršava, često se dronu šalju naredbe vezane uz senzore kojima je dron opremljen. Također, valja napomenuti kako komunikacija kontrolne stanice i drona nije jednosmjerna. Modeli dronova koji imaju veći domet te mogu letjeti izvan područja na kojem ostvaruju vizualni kontakt s pilotom na tlu, prenose sliku uživo kontrolnoj stanici kako bi pilot mogao vidjeti gdje se dron nalazi i samim time znao kako upravljati dronom. To se naziva pogledom iz prvog lica (eng. *first-person view – FPV*). Osim slike, dron može u stvarnom vremenu slati podatke koje očitavaju senzori na dronu.

Najveći problem kod ostvarivanja komunikacije između drona i kontrolne stanice predstavlja njihova udaljenost. Signal poslan s kontrolne stanice mora biti dovoljno jak da prevali put do drona. To vrijedi i za signal koji dron šalje kontrolnoj stanici. Svako upravljanje dronom na daljinu se svodi na unos naredbe koju kontrolna stanica pretvara u signal u obliku radio valova, put signala do drona, te dekodiranje signala i izvršavanje naredbe od strane drona. Dronovi danas sadrže i setove unaprijed programiranih naredbi i izvode akrobacije, održavaju zadani položaj u prostoru ili se vraćaju na početnu točku, a sve to izvršavaju na pritisak tipke na kontrolnoj stanici. Na taj način je upravljanje dronom pojednostavljeno i pogodno za početnike. Zbog različitih dometa dronova, do danas su se razvili razni sustavi komunikacije koji koriste razne tehnologije za prijenos podataka, pa su tako danas najčešće korištene sljedeće:

- Radiovalovi
- Bluetooth
- Wireless fidelity (Wi-Fi).

Radiovalovi su pogodni za korištenje kod manjih dronova kojima se upravlja daljinskim upravljačem iz ruke jer je takva tehnologija pouzdana i jednostavna za izradu. Zbog toga je vrlo dostupna korisnicima. No, kada se koristi velika kontrolna stanica na tlu, satelit u orbiti i dron na vrlo udaljenoj lokaciji, radiovalovi postaju moćna tehnologija za kontrolu dronova zbog velikog dometa. Važno je uskladiti frekvenciju kontrolne stanice i drona kako bi se podaci mogli prenositi. Bluetooth i wireless fidelity također koriste radio valove za ostvarivanje veze, no imaju znatno manji domet zbog veće frekvencije. Kako su to, osim samih radio valova, protokoli komunikacije, vrijedi ih istaknuti zbog široke upotrebe i jednostavnog korištenja, a posebice zbog sigurnije i stabilnije veze.

Do sada su opisane različite vrste dronova, ovisno o aspektu koji se promatra. Iako za samu definiciju drona masa nije važna, za zakonske regulative je ona vrlo često osnova za određivanje kategorija dronova. Temeljem tih kategorija za određene dronove vrijede određene zakonske regulative. Zbog toga, a kako bi se rad što jasnije mogao pratiti dalje, ovdje

će se navesti podjela dronova prema masi. Prema [1] i [14], podjela dronova prema masi je sljedeća:

- Mikro dronovi (do 250 grama)
- Vrlo mali dronovi (od 251 grama do 2 kilograma)
- Mali dronovi (od 2.01 kilograma do 25 kilograma)
- Srednji dronovi (od 25.01 kilograma do 150 kilograma)
- Veliki dronovi (više od 150 kilograma).

Na kraju poglavlja može se zaključiti kako danas postoje različiti modeli dronova, a izbor modela ovisi o cilju upotrebe jer svaki model u bilo kojem opisanom aspektu ima određene prednosti i nedostatke. Upravo je velik broj različitih modela posljedica razvoja istih za različite svrhe. Savršen dron ne postoji, a korisnik prilikom izbora drona mora uzeti u obzir vremenske uvjete i prostor gdje će se dron koristiti kao i glavnu namjenu samog drona.

3. Primjena dronova

Ovo poglavlje ima svrhu upoznati čitatelja sa vrstama i mogućnostima primjene dronova u različite svrhe. Iako danas većina ljudi veže pojam dronova uz zabavu i stvaranje sadržaja kao što su fotografije i videozapisi iz zraka, dronovi se uvelike koriste i u industriji, akcijama spašavanja unesrećenih i vojsci.

Iz poglavlja koje opisuje povijest razvoja dronova vidljivo je kako su se u početku dronovi razvijali gotovo isključivo za vojsku. Jedan od razloga takve primjene je nerazvijena tehnologija izrade dronova i senzora kojima bi dronovi bili opremljeni. U početku su dronovi bili velikih dimenzija i nisu bili učinkoviti po pitanju potrošnje energije kao današnji dronovi. Također, kamere i ostali senzori su bili većih dimenzija i veće mase nego današnji zbog čega dronovi nisu korišteni ni razvijani u tom smjeru. Međutim, napretkom tehnologije i potrebom za većom preciznošću ili pretragom velikih površina uvidjelo se kako je najbolje rješenje promatranje iz zraka. Ubrzo su dronovi razvijani i korišteni za širok spektar primjena. Danas se koriste za različite svrhe, a one najvažnije će se opisati u nastavku.

3.1. Zabava

Kada je riječ o zabavi i dronovima, najčešća upotreba istih je u svrhu stvaranja sadržaja kao što su fotografije i videozapisi iz zraka. Međutim, dronovi se danas koriste za razne svrhe. Sve popularniji su klubovi i lige dronova. Klubovi mogu biti određene tematike kao što su natjecanja u utrkama dronova, modeliranje dronova, kreiranje koreografija kontroliranjem velikog broja dronova u isto vrijeme, fotografiranje i snimanje videozapisa iz zraka i brojnih drugih. Prednost članstva u klubu dronova je razmjena savjeta i ideja između članova, druženje i organizirano letenje dronovima [16].

Vrlo zanimljiva aktivnost za veće dronove koji mogu letjeti izvan područja vizualnog kontakta s pilotom je staza s preprekama jer takvi dronovi imaju mogućnost pogleda iz prvog lica. Nešto teže je takve staze letjeti s manjim dronovima blizu tla i bez pogleda iz prvog lica, no i to može biti vrlo zanimljivo jer iziskuje bolje vještine pilota.

Dronovi se kreću prostorom što daje novu mogućnost korištenja istih, a to je 3D modeliranje. Iako dronovi kreiraju fotografije koje su dvodimenzionalni prikaz nekog objekta, kombiniranjem većeg broja fotografija snimljenih iz raznih kutova moguće je izraditi 3D model. To može biti korisno za relativno brzo izradu 3D modela vanjskog izgleda građevina ili reljefnih geografskih karata.

Popularan sadržaj društvenih mreža u posljednje vrijeme su videozapisi pronalaska izgubljenih stvari detektorom metala. Detektor metala se također može pričvrstiti na dron čime se omogućuje pretraga velikih površina poprilično brzo.

Zanimljiv projekt može biti prikupljanje podataka dronom. Podaci se mogu odnositi na visinu snijega, vodostaj rijeke, posjećenost hranilišta životinjama u rezervatima i slično. Glavna prednost takvog projekta vidljiva je u nepristupačnim područjima. Umjesto penjanja na planinu ili silaženja u korito rijeke omeđeno strmim liticama, potrebni podaci mogu se prikupiti dronom brzo i jednostavno. Također, dron manje ometa životinje od čovjekove prisutnosti. Međutim, za ovakav projekt je potrebno biti vrlo oprezan i najprije istražiti je li dopušteno prikupljati podatke na taj način na željenom području.

Utrke dronova mogu biti vrlo zanimljive zbog velikih brzina i dinamičnih staza, no iz istog razloga mogu predstavljati opasnost za gledatelje, te je potrebno poštivati propisane sigurnosne mjere. Popularne su profesionalne utrke dronova, no u klubovima se nerijetko organiziraju i utrke za hobi korisnike. Dronovi za utrke su često posebno dizajnirani kako bi postizali što veće brzine.

Kreiranje koreografija istovremenim upravljanjem velikim brojem dronova je zaista impresivno, no za takav pothvat je potrebno posjedovati velik broj često jednakih dronova kao i opremu u obliku kontrolne stanice za upravljanje svim dronovima. Moguće je dronove i unaprijed programirati, no za velik broj dronova to nije jednostavan zadatak. Zbog toga je takva vrsta upotrebe dronova danas još uvijek u razvoju. Poznat primjer ovakve upotrebe dronova je koreografija izvedena na otvaranju Olimpijskih igara u Tokiju 2021. godine.

3.2. Poljoprivreda i šumarstvo

Poljoprivreda i šumarstvo su sektori na koje čitatelj najčešće prve pomisli kada je riječ o velikim površinama. Od pojave prvih ljudi čovjeku je san obrađivati velike površine što lakše. Izumom alata i kasnije traktora i ostalih poljoprivrednih strojeva taj san postaje stvarnost. Kako se danas obrađuju poljoprivredne površine veće nego ikad prije, čak i uz pomoć strojeva takva obrada tla zahtjeva veliku količinu ljudskog rada. Zbog toga se danas poljoprivreda okreće preciznijoj tehnologiji kako bi se povećali prinosi, a upotrebom precizne tehnologije nastoji se automatizirati procese koji su za to pogodni. Sličan proces automatizacije se odvija i u šumarstvu. Kako se danas šumarstvom bavi manji broj ljudi nego prije, a iskorištavanje šumskih površina se povećalo, vrlo je teško velike površine šuma nadgledati s tla. Dronovi pružaju odlično rješenje kada je riječ o nadgledanju ili radu na velikim površinama.

Najznačajnija primjena dronova u poljoprivredi je u svrhu sjetve, nadzora, tretiranja, oprašivanja i skupljanja plodova biljaka, te analize tla. Posebno se kao prednost ističe

mogućnost programiranja putanje leta drona. Na taj način dron samostalno prelazi cijelu zadanu površinu bez intervencije čovjeka i time se proces automatizira.

Mapiranje površine, nadzor biljaka, brojanje i slične operacije već se dugi niz godina odrađuju uz pomoć satelita. Sjetva i tretiranje biljaka također se odrađuju uz pomoć helikoptera i zrakoplova s posadom. Prednost dronova su prije svega značajno manji troškovi, a uz to i veća preciznost u odnosu na satelit ili zrakoplove. Preciznost je bolja zbog manje veličine drona i nižeg leta iznad površine. Zbog toga, nakon izrade karata s podacima o potrebnoj prihrani ili zaštiti biljaka ili sastavu tla, podatke mogu koristiti ostali poljoprivredni strojevi, ali i dronovi kako bi precizno dozirali količine sredstava za prihranu ili zaštitu biljaka.

Najvažnija oprema dronova korištenih za navedene procese su kamere i senzori. Prema [17], najznačajnije kamere su digitalne kamere (RGB i multispektralne), termalne i 3D kamere, a najznačajniji senzori su multispektralni i hiperspektralni. Standardne digitalne kamere snimaju ljudskom oku vidljiv dio spektra svjetlosti, te infracrvenu svjetlost. Najčešće se koriste za otkrivanje i praćenje bolesti biljaka. Termalne kamere mogu pokazati apsorpciju pesticida, stanje klorofila te nedostatak vode [17]. Za snimanje površine i izradu reljefnih karata koriste se 3D kamere. Multispektralni senzori su slični digitalnim kamerama jer snimaju podatke o vidljivom dijelu spektra svjetlosti. Koriste se za prikaz količine makro i mikro nutrijenata, otkrivanje bolesti biljaka i nedostatka vode. Hiperspektralni senzori su moćniji zbog prikupljanja podataka u obliku uskih zraka svjetlosti [17]. Time se postiže veća preciznost posebice kod otkrivanja bolesti jer se na taj način mogu detektirati promjene na biljkama kada još nisu vidljive ljudskom oku. Kao senzor može se koristiti i optički radar koji se upotrebljava kod tehnologije nazvane LIDAR (eng. *Light Detection and Ranging* - LIDAR). Ta tehnologija omogućava detaljan trodimenzionalni prikaz koji nastaje mjerenjem udaljenosti između radara i objekta. Radar na dronu odašilje lasersku zraku nekoliko tisuća puta u sekundi i mjeri vrijeme potrebno da se zraka odbije od objekta na tlu i vrati do radara, te na temelju dobivenog rezultata određuje udaljenost. Naravno, takva oprema i postupak su značajno skuplji u odnosu na standardne kamere i senzore, a LIDAR se također koristi u šumarstvu zbog sposobnosti laserskih zraka u probijanju kroz gustu vegetaciju.

U šumarstvu se dronovi koriste za razne vrste mapiranja i prikupljanja podataka o šumama kao što su broj vrsta stabala na nekom području, utjecaj i širenje bolesti drveća, visine snijega, štete nastale požarom, ilegalne ljudske aktivnosti i mnoge druge. Uz to, koriste se i za sadnju i sijanje novog drveća, gnojidbu istog, kao i za mjerenje količine srušenih stabala. Koriste se vrlo sličnim, pa čak i jednakim procesima i tehnologijama kao i kod primjene u poljoprivredi, uz razliku leta kroz šumu između stabala. Nadgledati šumu iz zraka ne razlikuje se od upotrebe dronova u poljoprivredi, ali letjeti dronom kroz šumu između stabala je nešto sasvim drugo. Ako je dron upravlján od strane čovjeka, pogled iz prvog lica je gotovo obavezan. Međutim, dronovi danas imaju sposobnost izbjegavanja prepreka na putu

korištenjem senzora i umjetne inteligencije. Izbjegavanje prepreka znači i sporiji let, te dron ne može održavati pravilnu crtu kretanja. Kako je takav proces sporiji, koristi se roj (eng. *swarm*) dronova. Odabire se dron koji će biti vođa, a ostali dronovi slijede njegovu putanju. U slučaju pada, od ostalih dronova se odabire novi vođa. Slanje podataka tijekom leta zbog guste vegetacije može biti problem, pa zato dron vođa prikuplja podatke ostalih dronova u roju i povremeno izlazi iznad krošnji kako bi poslao podatke kontrolnoj stanici. Ovakvom upotrebom dronova moguće je dobiti detaljniji prikaz unutrašnjosti šume, kao i mjeriti količinu drvne mase. Za opisani proces pogodni su dronovi što manjih dimenzija, obično helikopteri s četiri rotora, dok se za snimanje iznad vegetacije koriste i dronovi s fiksnim krilima većih dimenzija, te helikopteri s najčešće šest rotora, posebice u poljoprivredi zbog potrebe za nošenjem tereta kao što su sredstva za tretiranje biljaka.

3.3. Industrija i građevinarstvo

Procesi prisutni u industriji i građevinarstvu često se odvijaju na otvorenom, a kako je do sada već opisano, dronovi su odlično rješenje za prikupljanje podataka o velikim površinama. Najznačajnije primjene dronova danas su u industriji prerade nafte, kemijskoj industriji, javnoj sigurnosti, filmskoj industriji, rudarstvu, građevinarstvu i prodaji nekretnina.

Industrija prerade nafte, kemijska i slične industrije koriste dronove za nadzor cjevovoda, postrojenja i infrastrukture. Dronove u svrhu javne sigurnosti koristi policija i vojska pogledom iz prvog lica. Dronovi u filmskoj industriji su obično veći i teži helikopteri s više rotora od ostalih navedenih primjena kako bi mogli nositi teške profesionalne kamere. U posljednje vrijeme interesom za dronovima ističe se rudarstvo.

Napretkom tehnologije rudarstvo je sa tradicionalnog kopanja tunela ispod površine prešlo na velike otvorene rudnike. Kako takvi rudnici mogu biti duboki i nekoliko stotina metara, najlakše je podatke prikupljati iz zraka. Podaci prikupljeni dronovima koriste se kod planiranja budućeg rudarenja i sigurnosti na radu. Prema [18], dronovi se koriste u procesu optimizacije kuta nagiba otvorenog rudnika kako bi se smanjio trošak rudarenja i recikliralo resurse čime se postiže bolja efikasnost rudnika. Moguće je korištenje i prethodno opisane tehnologije LIDAR kako bi se prikupili geotehnički podaci. Najopasnije aktivnosti kod rudarenja su miniranje i detonacija. Dronovi su, prema [18], uspješno korišteni za mjerenje veličine stijena prije i nakon detonacije temeljem čega se može steći uvid u sigurnost na radu. Još jedan aspekt sigurnosti na radu je kvaliteta zraka koja je u blizini rudnika često vrlo loša. Dronovi opremljeni senzorom za mjerenje kvalitete zraka mogu brzo prikupiti potrebne podatke. Osim praćenja procesa pripreme materijala za obradu i posljedica istih, važno je pratiti i sam rad rudnika. Nadgledanje kretanja zaposlenika, strojeva i materijala kroz rudnik može biti vrlo zahtjevno, no dronovi su sposobni pratiti rad iz zraka kako bi se optimizirala proizvodnja. Osim

otvorenih, postoje i podzemni rudnici u obliku mreže tunela. Bez obzira na napretke u tehnologiji dronova, upotreba dronova u podzemnim rudnicima je ograničena [18]. Tuneli predstavljaju suprotnost otvorenim površinama na kojima su dronovi najučinkovitiji, a kada se tome dodaju i teški uvjeti u obliku visoke temperature i vlage, strujanja zraka i čestica prašine, vidljivo je da dronovi nemaju širu primjenu u podzemnim rudnicima. U budućnosti će se to možda promijeniti jer kada je riječ o podzemnim rudnicima, prema [18], dronovi imaju potencijalnu primjenu u prikupljanju geotehničkih i podataka o distribuciji veličine stijena, otkrivanju plinova, te misijama spašavanja.

Glavni proizvod građevinarstva je objekt u prostoru. Nacrta prikazuju objekt dvodimenzionalno, pa je stoga vrlo korisno kreirati trodimenzionalni model objekta. Takav model pruža detaljniji uvid u dimenzije objekta, a sam proces izmjere korištenjem LIDAR tehnologije je znatno brži od klasičnog mjerenja. Osim trodimenzionalnog skeniranja objekata, dronovima se mogu nadgledati gradilišta i pratiti proces izgradnje. Kada je objekt završen, stanje i vanjska oštećenja istog snimaju se dronovima što je posebno korisno za teško dostupna mjesta i vrlo visoke građevine ili kada postoji opasnost od urušavanja. Dronove koriste i agenti za nekretnine kako bi potencijalni kupci dobili bolji pogled same nekretnine kao i prostora oko iste. Ako na objektu nastane šteta, osiguravajuća društva mogu upotrebom dronova vrlo brzo procijeniti istu. Poznatiji primjer upotrebe dronova za nadgledanje građevina u Hrvatskoj je snimanje štete nakon razornog potresa u Zagrebu.

3.4. Akcije spašavanja

Bilo da se radi o prirodnim katastrofama ili nesrećama izazvanim ljudskom krivnjom, nadgledanje mjesta nesreće, traganje za unesrećenima i pružanje podrške timovima za spašavanje sve češće je posao dronova. Njihova prednost se posebno ističe na teško dostupnim terenima, te kada je potrebno dostaviti određenu pomoć ekipama na terenu.

Prema [5], dronovi mogu pronaći put kroz vatru kako bi se vatrogasci što brže probili do cilja, a sposobnost dronova da lete prema unaprijed zadanoj putanji omogućuje nadzor i rano otkrivanje šumskih požara. Tradicionalno se za to koriste tornjevi za promatranje gdje promatrači opremljeni dalekozorima nadgledaju šumske površine. Međutim, teško je tornjevima pokriti sve dijelove šume, a promatrači zbog vremenskih uvjeta ili drugih faktora možda neće odmah uočiti vatru. Šumske površine nisu jedino mjesto gdje vatra predstavlja opasnost. U naseljenim mjestima vatrogasci koriste dronove kako bi vidjeli ima li u građevinskom objektu nekog zarobljenog u požaru [5].

U akcijama spašavanja sve veću ulogu imaju dronovi za dostavu tereta. To mogu biti lijekovi, te medicinska i druga oprema. Na nepristupačnim terenima dostava dronom je vrlo brza jer je zračna udaljenost često najkraća. To povećava šanse za uspjeh akcije spašavanja.

Sama ideja i primjena dronova za dostavu nije ograničena samo na hitne službe. Predmeti naručeni putem web trgovina dostavljaju se na kućnu adresu dronovima. Amazon se u tom segmentu ističe kao prva tvrtka koja je uspješno koristila dronove za dostavu. Amazon Prime Air je servis osnovan 2016. godine s ciljem dostave naručenog predmeta unutar 30 minuta. Naravno, naručitelj mora biti relativno blizu skladišta jer je domet dronova 16 kilometara. U velikim gradovima prelazak udaljenosti od nekoliko kilometara može trajati vrlo dugo zbog gustog prometa. S druge strane, zračna udaljenost je gotovo sigurno kraća od cestovne i nebo iznad grada je daleko manje prometno nego ulice. Iako ovaj način dostave koriste i kompanije UPS Flight Forward, Zipline, Wing, Walmart, DHL i druge, dostava dronovima je još u razvoju.

Poznatiji primjeri upotrebe dronova nakon prirodnih katastrofa su u misijama pronalaska unesrećenih i dostave medicinskih i ostalih potrepština nakon uragana Katrine 2005., Sandyja 2012. i Harveyja 2017., potresa na otočju Haiti 2010., te Ekvadoru 2016., poplava u jugoistočnoj Europi 2014. i mnogim drugim.

3.5. Vojska

Vojna primjena dronova uvelike je doprinijela razvoju dronova kakve danas poznajemo. Kako je opisano u poglavlju o povijesti dronova, prvi dronovi su razvijani i korišteni isključivo za vojne svrhe. Ostale prethodno opisane primjene razvile su se kasnije napretkom tehnologije i dostupnošću dronova. Danas vojska najviše koristi dronove za nadzor neprijateljskih linija, u akcijama uništavanja meta, vojnim vježbama, te kao podršku vlastitim trupama u obliku dostave potrebne opreme ili izvlačenju ranjenika. Sami dronovi su opremljeni kamerama koje omogućuju snimanje u visokoj razlučivosti, termalnim i infracrvenim kamerama za noćno snimanje. Obično se koriste dronovi većih dimenzija i masa kako bi bili što izdržljiviji te imali sposobnost prijevoza velikih tereta. U posljednje vrijeme dronovi se najviše koriste u vojnim akcijama na Bliskom istoku, a neke od poznatijih primjena opisane su u poglavlju o povijesti dronova.

Na kraju ovog poglavlja može se zaključiti kako dronovi danas imaju vrlo različite i široke primjene. Sve više različitih primjena pojavljuje se nakon što su dronovi doživjeli veliku popularnost, a u relativno kratkom vremenu. Iako je ideja dronova kao letjelica ostala ista, danas se koriste u različite svrhe zahvaljujući sensorima kojima su opremljeni. Jednako važne i napredne zadatke obavljaju mali i veliki dronovi. Upravo zbog toga, kao i ubrzane pojave novih primjena, potrebno je zakonskim regulativama i propisima regulirati upotrebu dronova.

4. Zakonska regulativa

U ovom poglavlju najprije će se opisati pojmovi vezani uz zakonsku regulativu i sama ideja regulativa općenito, a kako bi se lakše mogao pratiti dio posvećen značajnijim svjetskim državama u tom području. Nakon toga slijedi detaljan opis regulativa u Sjedinjenim Američkim Državama, Europskoj Uniji kao organizaciji, Njemačkoj, Austriji, Japanu te na kraju Hrvatskoj kako bi se mogla dati usporedba između vodećih svjetskih država na tom području i trenutnog stanja u Hrvatskoj.

Zakonska regulativa je ukupnost propisa ili pravila kojima se što regulira [19]. Regulativa dakle može obuhvaćati više propisa i pravila vezanih uz određenu tematiku. Zakon i regulativa, iako se često tako koriste, nisu sinonimi. Zakone se može promatrati kao pravila propisana od strane vladajućih tijela, dok regulativa označava propise i postupak praćenja provedbe pravila [20].

Iz prethodnog opisa primjene dronova može se steći dojam kako upotreba dronova nema negativnih strana. U stvarnosti je situacija ipak drugačija. Osim vojne primjene u svrhu uništavanja meta, dronove je moguće koristiti za špijuniranje i prikupljanje raznih, pa i privatnih informacija, te narušavanje privatnosti fotografiranjem ili snimanjem osoba i imovine. Također, let dronova stvara dodatan promet u zračnom prostoru. Napretkom mogućnosti dronova, isti mogu letjeti na velikim visinama, imaju veliki domet i opremljeni su kamerama i senzorima visoke razlučivosti. Kako putnički i teretni zrakoplovi i ostale letjelice s posadom koriste isti zračni prostor za let, sudar s dronom može rezultirati katastrofom. Zbog navedenih opasnosti i rizika potrebno je ograničiti upotrebu dronova određenim pravilima.

Kako je već ranije opisano, danas postoje razni oblici i modeli dronova. Postavlja se logično pitanje. Prema kojem kriteriju je najbolje uspostaviti regulative? Postoji mogućnost podjele prema modelu jer različiti modeli imaju različite sposobnosti, no razvojem dronova vrlo brzo se pojavljuju novi modeli. Također, kod takve podjele trebalo bi uzeti u obzir i specifične mogućnosti svakog modela koje mogu biti vrlo različite. Dakle podjela dronova prema modelu nije jednostavna opcija, no svejedno je dronove potrebno nekako podijeliti u kategorije. Odgovor na postavljeno pitanje treba biti karakteristika dronova koja je svima zajednička bez obzira na model, a koja za različite dronove ima različitu vrijednost. To je masa drona. Iako u definiciji drona masa nije važna karakteristika, kod zakonskih regulativa je vrlo važna jer se dronovi dijele u kategorije prema masi. Porastom mase drona raste i sposobnost drona za nošenjem tereta poput naoružanja, kemikalija, kamera i senzora zbog čega se dron može smatrati opasnijim. Također, dronovi većih masa su i većih dimenzija što rezultira većim rizikom za osobe i imovinu na tlu u odnosu na upotrebu manjih dronova.

Zakonske regulative, ovisno o kategoriji kojoj dron pripada, propisuju najveću dopuštenu visinu leta, područje zračnog prostora u kojem je dozvoljen let i namjenu leta. Ideja je ograničiti gotovo sav promet dronova na niže visine leta, zabraniti let na određenim područjima, te imati uvid u namjenu pojedinog leta. Većina prometa dronovima danas odvija se od strane rekreativaca i hobi korisnika, a namjena leta je gotovo uvijek fotografiranje i snimanje video sadržaja iz zraka. Kako putnički i teretni zrakoplovi ne lete na malim visinama osim u okolici zračnih luka, ograničavanjem visine leta dronova na manje visine odvaja se promet dronova od ostalog prometa u zračnom prostoru. Zabrana leta na određenim područjima može biti zbog zaštite ekosustava, osoba ili procesa koji se tamo odvijaju. Let dronovima i modelima zrakoplova je zabranjen u nacionalnim parkovima, gradskim središtima, prometnicama i područjima gdje se odvijaju tajne operacije. Dronovi tijekom leta proizvode buku koja može smetati životinjama u nacionalnim parkovima, te su podložni padovima bilo zbog kvara ili pogreške pilota i mogu ozlijediti zaposlenike i posjetitelje, a padom na prometnice mogu izazvati prometnu nesreću. Zbog toga neki dronovi pomoću satelita prepoznaju da se nalaze u području u kojem je let zabranjen, te neće poletjeti bez obzira na naredbe zadane od strane pilota. Tu se ističe kompanija DJI koja je razvila sustav nazvan virtualna ograda (eng. *Virtual fence*) pomoću kojeg je moguće unaprijed unijeti područja u kojima je let zabranjen ili postaviti koordinate koje omeđuju prostor izvan kojeg dron tijekom leta neće izlaziti. To je vrlo korisno prilikom programiranja putanje leta koju će dron samostalno prelaziti. Kada se koriste dronovi za čiji posao je potreban let na velikim visinama, te prikupljanje podataka, potrebno je od nadležnih tijela prethodno ishoditi dozvolu za let.

4.1. Sjedinjene Američke Države

U SAD-u sav zračni promet, pa tako i promet dronova, regulira Savezna uprava za civilno zrakoplovstvo (eng. *Federal Aviation Administration – FAA*). Taj posao je vrlo izazovan zbog činjenice kako je zračni prostor SAD-a jedan od najprometnijih u svijetu. FAA donosi regulative na razini SAD-a, no kako se iste sastoje od više saveznih država, svaka ima pravo dodatno postrožiti regulative, te je sa stajališta vlasnika drona najbolje pratiti regulative za prostor na kojem planira let. Zračni prostor SAD-a je podijeljen u kategorije, a najčešće se kao kategorije navode kontrolirani, nekontrolirani i zračni prostor posebne namjene. Nekontrolirani i zračni prostor posebne namjene su obično prostori na kojima nema velike količine prometa letjelicama. Taj prostor ne nadzire kontrola leta, što znači da piloti lete održavajući vizualni kontakt s ostalim sudionicima zračnog prometa. Kontrolirani zračni prostor nadzire kontrola leta, a dijeli se na nekoliko klasa:

- Klasa A – obuhvaća prostor na visini od 5500 do 180 metara nadmorske visine, 22 kilometra od obale,

- Klasa B – obuhvaća područja vrlo prometnih zračnih luka do 3000 metara nadmorske visine,
- Klasa C – obuhvaća područja velikih zračnih luka s mogućnošću prilaska radarom do 1200 metara iznad tla,
- Klasa D – obuhvaća prostor iznad zračnih luka u malim i srednjim gradovima do 750 metara iznad tla,
- Klasa E – obuhvaća prostor koji nadzire kontrola leta, a nije u sastavu prostora označenog klasom A, B, C ili D, često vrijedi za bilo koju visinu do tla ili do 200 metara iznad tla [21].

Postoji i klasa G koja se zapravo odnosi na zračni prostor koji nije kontroliran od strane kontrole leta. To su sva područja koja nisu označena nekom od oznaka A, B, C, D ili E. Dronovima je dopušteno letjeti isključivo u zračnom prostoru označenom klasom G, osim u slučaju ishodenih dozvola za let u prostoru ostalih klasa. Također, dronom nije dopušteno letjeti u nacionalnim i parkovima saveznih država, kao ni u blizini Bijele kuće, škola, stadiona, vojnih objekata, zračnih luka, šumskih požara, zatvora, većih skupina ljudi i nekih gradskih parkova. Kako je moguće da FAA zbog određenih događanja na nekom području uspostavi privremenu zabranu leta, poželjno je da pilot prije leta provjeri najnovije stanje željenog prostora za let. To je moguće učiniti pregledom karte na web stranicama FAA-e ili putem aplikacije B4UFLY.

Kada je riječ o regulativama u SAD-u, vrlo je važno radi li se o rekreativnom pilotu ili pak pilotu koji dron koristi za posao, odnosno za let dronom ili prikupljene podatke prima novac. Za rekreativne pilote su propisi relativno jednostavni i nisu strogi, te se pilot mora upoznati s propisima i imati certifikat o položenom sigurnosnom testu rekreacijskih bespilotnih letjelica (eng. *The Recreational UAS Safety Test – TRUST*), no kada se radi o komercijalnom pilotu drona potrebno je biti upoznat s većim brojem propisa, biti FAA-certificirani pilot drona i posjedovati registrirani dron. Registrirati se mora svaki dron koji teži više od 250 grama, a pilot mora imati navršanih 16 godina kako bi mogao dobiti certifikat. Važno je napomenuti kako masa od 250 grama nije masa modela drona, već obuhvaća masu drona prilikom polijetanja, dakle uključujući i dodatnu opremu poput senzora, kamere, zaštite za propelere i slično. Podjela dronova prema masi u trenutku polijetanja u SAD-u je sljedeća:

- Dronovi mase manje od 250 grama
- Dronovi mase 250 grama do 25 kilograma
- Dronovi mase veće od 25 kilograma.

Međutim, iako se u podjeli navode kao dronovi, sve letjelice mase veće od 25 kilograma FAA smatra pravim letjelicama poput putničkih i teretnih zrakoplova za čiji let pilot mora posjedovati certifikat više razine kao i liječničku potvrdu o sposobnosti upravljanja letjelicom, biti upoznat s većim brojem pravila i propisa, a cijeli postupak stjecanja dozvole može biti vrlo dugotrajan.

No čak i kada pilot posjeduje dozvolu za let takve razine, svejedno nije dopušteno letjeti na visini većoj od 120 metara iznad tla, s iznimkom leta unutar radijusa od 120 metara oko i iznad objekta kao što je zgrada, toranj i slično [22]. Sljedeća tablica detaljnije i na sistematiziran način prikazuje prethodno opisane najvažnije regulative.

Tablica 2: Zakonske regulative u SAD-u s obzirom na kategoriju drona [autorski rad]

Kategorija drona prema masi	Potrebna registracija	Certifikat za let	Važniji propisi i ograničenja o upravljanju
manje od 250 grama	Ne	TRUST	<ul style="list-style-type: none"> - let dronom u području vizualnog kontakta (iznimka: osoba koja održava vizualni kontakt i u stalnoj je komunikaciji s pilotom) - let dronom do 120 metara iznad tla u zračnom prostoru klase G (iznimka: let u prostoru ostalih klasa uz prethodno ishoduenu dozvolu) - let isključivo tijekom dana - najveća dopuštena brzina leta od 160 km/h - obaveza davanja prednosti letjelicama s posadom - zabrana upravljanja iz vozila u pokretu - zabrana upravljanja više od 1 letjelice u isto vrijeme
250 grama – 25 kilograma	Da	FAA	<ul style="list-style-type: none"> - jednaki propisi i ograničenja kao i za kategoriju dronova mase manje od 250 grama (izuzetak: dopušten let do 120 metara radijusa od objekta)
više od 25 kilograma	Da	<ul style="list-style-type: none"> - Certifikat avijatičara za sportsku i rekreacijsku razinu letenja - FAA liječnički certifikat o sposobnosti upravljanja letjelicom - Certifikat sekcije 333 	<ul style="list-style-type: none"> - jednaki propisi i ograničenja kao i za kategoriju dronova mase od 250 grama do 25 kilograma (iznimka: dodatna dopuštenja uz prethodno odobrenje od strane FAA)

Naravno, uz navedena, postoje i dodatna pravila koja se odnose na specifične situacije i upravljanja dronom, a s kojima pilot treba biti upoznat prije takve vrste leta. Nakon opisanih važnijih pravila, postavlja se nekoliko pitanja. Zašto se pridržavati propisanih pravila? Kako FAA može otkriti ilegalan let dronom? Kakve su u tom slučaju kazne? Važno je slijediti pravila i propise zbog vlastite i sigurnosti drugih u zračnom prostoru, posebice letjelica s posadom. Kako dronovi najčešće lete u području bez radara, a i prilikom leta unutar područja radara na istom nisu vidljivi, FAA ili kontrola zračnog prometa u zračnoj luci ne može zabilježiti putanju leta drona. Međutim, posada zrakoplova čiju sigurnost leta ugrožava dron, može isti prijaviti, te ako se utvrdi kako je riječ o pilotu bez potrebnih dozvola za let na tom području, mogu uslijediti kazne do nekoliko tisuća američkih dolara.

4.2. Europska unija

Europska unija (kraće EU) kao organizacija ne propisuje izravno regulative vezane uz dronove, već je za to zadužena Agencija Europske unije za sigurnost zračnog prometa (eng. *European Union Aviation Safety Agency - EASA*). Zračni prostor država članica EU, posebice onih u srednjoj Europi i tranzitivnih država poput Njemačke, Austrije i Hrvatske, danas je sve prometniji. Kako se iznad tranzitivnih zemalja često pružaju vrlo prometni zračni koridori, potrebno je regulirati promet dronova na višoj razini od razine samih država. Zbog toga EASA donosi regulative koje se primjenjuju u državama članicama EU, no ostavlja mogućnost članicama za donošenjem dodatnih vlastitih regulativa.

Zračni prostor zemalja članica EASA-e, od kojih neke nisu članice EU, je zbog oblika i broja članica podijeljen na mnogo relativno malih područja. Dakle, zbog specifičnosti područja jednostavnije je podijeliti dronove i operacije koje oni izvode u određene grupe. Tako je s novim regulativama EASA 2021. godine uvela 2 nova termina. Radi se o klasi i kategoriji. Klase su vezane uz same dronove koji prema karakteristikama pripadaju u neku od sljedećih klasa:

- C0,
- C1,
- C2,
- C3,
- C4,
- C5,
- C6.

Klase nisu određene samo prema masi drona, već su u obzir uzete i druge karakteristike poput energije ili snage drona, buke, brzine leta i slično. Masa u ovom kontekstu podrazumijeva ukupnu masu drona prilikom polijetanja, što uključuje i dodatnu opremu u obliku senzora,

kamera, tereta, zaštita za elise i druge dodatne opreme. Klasa C0 od važnijih karakteristika specificira da u istu pripadaju dronovi mase do 250 grama, maksimalne horizontalne brzine leta od 19 metara u sekundi, maksimalne visine leta od 120 metara iznad tla i pokretani električnom energijom. U klasu C1 ubrajaju se dronovi mase manje od 900 grama ili dronovi koji u sudaru s glavom čovjeka u trenutku udara ne prenose više od 80 džula energije, maksimalne horizontalne brzine leta od 19 metara u sekundi, opremljeni sustavom koji ograničava maksimalnu visinu leta na 120 metara iznad tla ili na vrijednost postavljenu od strane pilota, pokretani isključivo električnom energijom, opremljeni sustavom upozorenja na malu razinu snage baterije i barem jednim zelenim svjetlom kako bi pilot noću mogao razlikovati letjelicu od ostalih letjelica s posadom. Također, dronovi klase C1 ne smiju stvarati buku veću od 85 decibela. Dronovi mase 900 grama ili više, sve do 4 kilograma, pripadaju klasi C2. Osim navedenog raspona mase, dronovi klase C2 moraju imati maksimalnu visinu leta ograničenu na 120 metara iznad tla ili na vrijednost postavljenu od strane pilota, biti pokretani isključivo električnom energijom, opremljeni sustavom upozorenja na malu razinu snage baterije te opremljeni načinom rada male brzine koji ograničava horizontalnu brzinu na maksimalno 3 metra po sekundi. Izuzetak od posljednjeg pravila su modeli s fiksnim krilima kojima je za let potrebna veća horizontalna brzina. Klasa C3 propisuje da u istu pripadaju dronovi mase 4 kilograma ili više, do 25 kilograma, imaju maksimalnu karakterističnu dimenziju od 3 metra, kao i prethodna klasa maksimalnu visinu leta od 120 metara ili biranu od strane pilota, sustav obavijesti o stanju baterije, te pokretani isključivo električnom energijom. Maksimalna horizontalna brzina za klasu C3 nije specificirana. Dronovi klase C4 su oni mase veće od 25 kilograma, te bez mogućnosti izvođenja načina automatske kontrole letjelice, osim stabilizacije u letu koja nema izravan utjecaj na putanju leta. Najveća dopuštena visina leta, kao i horizontalna brzina za ovu klasu nisu specificirane. Opisanih 5 klasa predstavljaju nešto detaljniju podjelu dronova u odnosu na regulative SAD-a, te pokrivaju sve modele dronova. No EASA je 2021. godine uvela i klase C5 i C6 koje se nadovezuju na klasu C3, a koje kao uvjete imaju specifične mogućnosti dronova u obliku nadogradnje na klasu C3 [23].

Klasi C5 pripadaju dronovi svih modela osim dronova s fiksnim krilima, te opremljeni načinom rada male brzine ograničene na 5 metara u sekundi. Izuzetak su dronovi s fiksnim krilima koji su vezani za neko nepomično sidro na tlu. Dron ove klase mora biti opremljen sustavom koji u svakom trenutku pilotu pruža podatak o visini leta. Također, dron klase C3 može se preoblikovati tako da pripada klasi C5 korištenjem odgovarajućih pribora i podataka koji ne smiju biti dostupni u sklopu paketa u kojem na tržište dolazi sam dron klase C3 [23]. Primjer može biti upotreba većih elisa kako bi dron mogao brže postizati veće visine.

Dron koji pripada klasi C6 mora odgovarati propisima za klasu C3 uz dodatne zahtjeve. Horizontalna brzina drona ne smije biti veća od 50 metara po sekundi, a sam dron mora biti opremljen sustavom za slanje podataka o geografskoj lokaciji i visini leta kao i brzini drona.

Potreban je i sustav koji ograničava dron kako ne bi premašio postavljena ograničenja u obliku maksimalne visine i daljine leta. Konačno, dron mora posjedovati mogućnost programiranja putanje leta unaprijed [23].

Sljedeća tablica na sistematiziran način prikazuje prethodno opisane propise pripadnosti dronova u određenu klasu. Zbog specifičnosti klasa C5 i C6, u tablici su opisane najvažnija ograničenja klasa C0, C1, C2, C3 i C4.

Tablica 3: Ograničenja karakteristika dronova u različitim klasama [autorski rad]

Klasa	Masa	Maksimalna horizontalna brzina	Maksimalna visina leta	Ostala ograničenja
C0	manje od 250 grama	19 m/s	120 metara	- pogonski sustav pokretan električnom energijom
C1	od 250 do 900 grama	19 m/s	120 metara ili vrijednost postavljena od strane pilota	- pogonski sustav pokretan električnom energijom - zeleno trepereće svjetlo za let noću - sustav upozorenja o niskoj snazi baterije
C2	od 900 grama do 4 kilograma	nije specificirano	120 metara ili vrijednost postavljena od strane pilota	- pogonski sustav pokretan električnom energijom - sustav upozorenja o niskoj snazi baterije - zeleno trepereće svjetlo za let noću - način rada male brzine (maksimalno 3 m/s)
C3	od 4 do 25 kilograma	nije specificirano	120 metara ili vrijednost postavljena od strane pilota	- pogonski sustav pokretan električnom energijom - sustav upozorenja o niskoj snazi baterije - zeleno trepereće svjetlo za let noću
C4	više od 25 kilograma	nije specificirano	nije specificirano	- bez načina automatske kontrole letjelice (izuzetak stabilizacija koja nema izravan utjecaj na putanju leta)

Drugi uveden termin od strane EASA-e u najnovijim regulativama je kategorija. U kategorije se ne dijele dronovi, već način letenja odnosno manevri koje letjelice izvode u zraku. Kategorije su uvedene kao mjerilo opasnosti i rizika pojedinog leta dronom. Temeljem toga EASA propisuje sljedeće 3 kategorije:

- otvorena,
- specifična i
- certificirana [23].

Otvorenoj kategoriji pripadaju letovi koji predstavljaju najmanji rizik za osobe i imovinu na tlu. Kao takve, letove nije potrebno najavljivati nadležnim tijelima niti je potrebno odobrenje od strane istih. Kako bi let bio svrstan u otvorenu kategoriju, mora zadovoljiti sljedeće propise kojih se pilot mora pridržavati prije i tijekom leta. Masa drona u trenutku polijetanja mora biti manja od 25 kilograma, dronom se ne smije upravljati iznad većih skupova ljudi, već se mora zadržavati na sigurnoj udaljenosti, te pilot mora održavati vizualni kontakt s dronom. Iznimka za posljednje navedeno su FPV letovi kod kojih promatrač u svakom trenutku vidi dron, te je u kontaktu s pilotom. Također, zabranjen je prijevoz opasnih tereta kao i ispuštanje bilo kakvih objekata sa drona. Najveća dopuštena visina leta je 120 metara iznad tla, iako je u slučaju leta u blizini objekata kao što su tornjevi, neboderi i slične građevine moguće ishoditi dozvolu od nadležnih tijela za povećanjem visine do 15 metara. Dodatno, za ovu kategoriju EASA propisuje i 3 potkategorije naziva A1, A2 i A3 [23].

Za potkategoriju A1 dodatno se propisuje zabrana leta iznad većih skupina ljudi ili osoba koje nisu dio planiranja i izvedbe leta. U slučaju kada se ipak na putanji leta nađe takva osoba, istu je potrebno u što kraćem vremenu preletjeti. Ako se dron koristi u načinu rada za praćenje pilota, udaljenost ne smije prelaziti 50 metara. Letove potkategorije A1 mogu izvoditi dronovi klasa C0 i C1, a za klasu C1 pilot mora odslušati edukacijski program na daljinu, te uspješno riješiti teorijski ispit [23].

Potkategorija A2 propisuje minimalnu udaljenost od 30 metara koju je potrebno održavati od osoba koje nisu uključene u let. Također, postoji preporuka za siguran let prema kojoj bi horizontalna udaljenost od osoba koje nisu uključene u let trebala biti jednaka visini na kojoj dron leti. Iako se preporučuje omjer 1:1, horizontalna udaljenost može biti manja za do 5 metara ako se dronom leti u načinu sporog leta koji ograničava horizontalnu brzinu na maksimalno 3 metra u sekundi. Letove ove potkategorije mogu izvoditi dronovi klase C2, a prelet preko osoba koje nisu uključene u let je zabranjen. Kako bi pilot mogao upravljati dronom u potkategoriji A2, mora proći teorijsku i praktičnu vježbu na daljinu, biti upoznat i s pravilima potkategorije A3, završiti praktičnu vježbu kategorije A3 na daljinu te podnijeti odgovarajuću izjavu o dovršenosti navedenih provjera [23].

Posljednja potkategorija, A3, propisuje nešto stroža pravila i uvjete za let kao što je horizontalna udaljenost od minimalno 150 metara od kućanstva, komercijalnih, industrijskih i

područja za rekreaciju. Također, let ove potkategorije može biti izveden samo u područjima gdje pilot s razlogom ne očekuje pojavu osoba koje nisu uključene u let za svo vrijeme trajanja leta. Let ove potkategorije mogu izvesti dronovi mase do 25 kilograma, što uključuje klase C0, C1, C2, C3 i C4. Pilot mora položiti teorijsku i praktičnu provjeru na daljinu.

Specifičnoj kategoriji pripadaju letovi nešto većeg rizika. Zbog toga je pilot prije samog leta dužan procijeniti rizik koji let predstavlja za osobe i imovinu na tlu kao i ostale sudionike u zračnom prostoru. Nakon popunjavanja predloška EASA-e, prijavu za dozvolu leta je potrebno poslati nadležnim tijelima. U slučaju odobrenja nadležna tijela izdaju dozvolu za let. Tijekom leta ove kategorije nije dopušteno kretanje iznad većih skupina ljudi kao ni prijevoz osoba ili opasnih tereta dronom [23].

Certificiranoj kategoriji uvijek, bez obzira na ostale aspekte, pripadaju letovi tijekom kojih se prevoze osobe ili opasan teret ili se let odvija iznad većih skupina ljudi. Općenito, EASA ne specificira broj osoba koje se može smatrati većom skupinom, već je procjena ostavljena pilotu koji bi u obzir trebao uzeti broj osoba, te ostale utjecaje na let poput geografskog okruženja, vremenskih prilika i slično. Također, ovoj kategoriji mogu pripadati i letovi za koje temeljem procjene rizika nadležna tijela odlučuje da nije moguće ublažiti rizik bez certificiranja drona i pilota [23].

4.3. Njemačka

Njemačka je primjer moderne i razvijene europske države. Članica je EU i EASA-e, te je kao takva prihvatila i usvojila regulative propisane od strane EASA-e. Uz to, Njemačka propisuje i dodatne regulative korištenja dronova. Kompanije Deutsche Flugsicherung i Luftfahrt-Bundesamt već dugi niz godina nadziru većinu zračnog prometa iznad Njemačke. Kako je Njemačka tranzitivna država što se tiče prometa općenito, pa tako i zračnog prometa, potrebno je što preciznije regulirati upotrebu dronova.

Prihvaćanjem regulativa propisanih od strane EASA-e, Njemačka je prihvatila podjelu dronova prema klasama temeljem rizika koji dronovi predstavljaju za sigurnost osoba i imovine na tlu. Međutim, određene regulative se i dalje temelje isključivo na masi drona prilikom polijetanja. Tako za upravljanje dronom mase veće od 5 kilograma pilot mora ishoditi odobrenje nadležnog tijela koje o odobravanju odlučuje temeljem procjene rizika za traženi let. Upravljanje dronom je najrizičnije u blizini zračnih luka, stoga je Njemačka kontrola zračnog prometa izdala strože regulative za zračne luke koje nadzire. Dronom se ne smije upravljati na udaljenosti manjoj od 1500 metara od kruga zračne luke, pilot mora održavati vizualni kontakt s dronom tijekom cijelog leta, biti svjestan ostalih sudionika zračnog prometa od kojih letjelice s posadom uvijek imaju prednost u odnosu na dron, te u slučaju gubitka kontrole nad dronom, isti prijaviti kontroli zračnog prometa. Ako je riječ o ručno rađenom modelu zrakoplova, najveća

dopuštena masa je 5 kilograma, a visina leta 30 metara iznad tla. Ako se radi o klasičnoj bespilotnoj letjelici, najveća dopuštena masa je 25 kilograma, a visina leta 50 metara iznad tla [24].

Odobrenje za upravljanje dronom je moguće ishoditi kao odobrenje za općenito upravljanje dronom koje vrijedi određeno vrijeme. Takvo odobrenje potrebno je za let iznad većih skupina ljudi, prikupljanje podataka nakon nesreća, nadgledanja infrastrukture ili za let u područjima gdje je to inače zabranjeno. Druga mogućnost je tražiti odobrenje za pojedini let. U tom slučaju pilot prilikom podnošenja zahtjeva navodi podatke o prostoru na kojem namjerava izvesti let, vrijeme početka, trajanje i svrhu leta, te tehničke specifikacije same letjelice [24].

Dronom se u Njemačkoj smatra ona letjelica koja je, uz ostale potrebne karakteristike, mase manje od 25 kilograma. Za cijelo vrijeme trajanja leta pilot mora imati neometan vizualni kontakt s dronom. Upotreba dronova u poljoprivredi i šumarstvu propisuje upravljanje dronom izvan zračnog prostora pod nadzorom kontrole zračnog prometa, te na visini do 50 metara iznad tla. Općenito, bez dozvole dronom se ne smije letjeti na visini većoj od 100 metara iznad tla [24]. Zbog stalnih promjena zabrane leta na nekom području, ovisno o aktualnim događajima, preporuča se provjera željenog područja od strane pilota, najbolje na web stranicama.

Registriranje svakog pilota drona u Njemačkoj nije nužno, no svaki pilot drona mora imati ugovoreno osiguranje od odgovornosti. Upravljanje dronom noću od strane rekreacijskog korisnika moguće je isključivo uz prethodno ishoduenu dozvolu. Takav korisnik može upravljati dronom mase do 5 kilograma do 100 metara visine. Za upravljanje dronom od strane komercijalnog pilota potrebno je posjedovati certifikat pilota. Također, potrebno je registrirati dron i ishoditi dozvolu za let ako je dron teži od 25 kilograma. Komercijalni pilot drona može biti isključivo osoba starija od 18 godina [24].

Može se zaključiti kako Njemačka propisuje nešto strože regulative upotrebe dronova, no sve s ciljem povećanja sigurnosti sudionika zračnog prometa. To potvrđuju i moguće kazne do 50 000 eura za upravljanje dronom bez potrebnih dozvola ili unutar prostora u kojem je let zabranjen. Naravno, visina kazne ovisi o vrsti prekršaja. S druge strane, Njemačka kao vrlo razvijena država želi pratiti trendove upotrebe dronova, pa je tako trenutno aktivan projekt promoviranja i podrške istraživanja i razvoja novih mogućnosti dronova. Radi se o automatiziranom letu dronova, te korištenju istih kao taxi službe. Iako dronovi mogu predstavljati određen rizik za osobe i imovinu, Njemačka je prepoznala potencijal razvoja dronova za buduće primjene. Razvoj dronova otvara nova radna mjesta, a njihove nove mogućnosti osiguravaju Njemačkoj bolji položaj na tržištu dronova.

4.4. Austrija

Kao i prethodno opisana Njemačka, Austrija je također tranzitivna država kada je u pitanju zračni promet. Zbog geografskih obilježja među kojima se najviše ističu Alpe, Austrija ima dvostruko manju gustoću naseljenosti nego Njemačka. Međutim, prirodne ljepote privlače velik broj turista koji iste žele snimiti i fotografirati iz novih perspektiva, često iz zraka. Sve navedeno zahtijeva dobro regulirana pravila upotrebe dronova.

Austrija je članica EU i EASA-e, te je tako prihvatila propise vezane uz upravljanje dronovima izdane od strane EASA-e, te nadodala vlastite propise. Zračni prostor iznad Austrije nadzire tvrtka Austro Control. Opće upute za upravljanje dronom su slične kao i u prethodno opisanoj Njemačkoj. Pilot mora imati navršenih minimalno 16 godina, let iznad većih skupina ljudi kao i u blizini zračnih luka nije dopušten, a svi piloti moraju posjedovati osiguranje od odgovornosti. Za razliku od Njemačke, u Austriji je na snazi podjela dronova prema količini kinetičke energije izražene u džulima. Kao granica postavlja se vrijednost od 80 džula. To znači da je potrebna dozvola koju izdaje Austro Control za let dronovima s više od 80 džula kinetičke energije ili na visini većoj od 30 metara. Strože regulative od onih u prethodno opisanim državama i organizaciji vidljive su u potrebi za dozvolom za svaki let u komercijalne svrhe. Međutim, većini pilota je cilj fotografiranje i snimanje videozapisa iz zraka. Za let s tom svrhom također je potrebna dozvola, čak i ako se radi o kreiranju foto i video materijala za vlastite potrebe. Ishođenje dozvole obično se ne čini problematičnim, no trenutno je za dozvolu leta dronom kinetičke energije veće od 80 džula potrebno izdvojiti 330 eura [25].

Bilo da se radi o rekreativnom ili komercijalnom pilotu, za let dronom mase manje od 250 grama na visini do 30 metara nije potrebno ishoditi dozvolu kao ni registrirati dron. U Austriji također postoje područja u kojima je let dronovima zabranjen. Tako se ne smije letjeti na udaljenosti manjoj od 1 kilometra od naseljenog područja, 500 metara od objekata na osami, 8 kilometara od zračnih luka te 3 kilometra od heliodroma. Postoje i područja gdje je let trajno zabranjen kao što su vojna postrojenja, arheološka nalazišta te javna infrastruktura. Također, let noću je u potpunosti zabranjen [25].

Pilot na letu koji pripada otvorenoj kategoriji mora biti registriran samo u slučaju upravljanja dronom mase veće od 250 grama ili u slučaju upravljanja dronom mase manje od 250 grama, ali uz mogućnost postizanja brzina većih od 90 kilometara na sat ili opremljenog kamerom ili mikrofonom. Također, važno je da dron ne pripada kategoriji igračke. Zanimljiva je podjela dronova u Austriji na igračke, modele te bespilotne letjelice klase 1 i 2. Uz to, postoji i podjela letova na kategorije A, B, C i D. Od strane pilota, vrlo je poželjno poznavati uvjete leta jer su, kao i regulative, kazne vrlo stroge i mogu iznositi do 22 000 eura [25].

4.5. Japan

Kao istočnjačka kultura i država, Japan u mnogočemu predstavlja suprotnost zapadu. Više se cijeni kulturno nasljeđe, tradicija i način života predaka. No s druge strane, Japan je vrlo razvijena država poznata po mnogim tehnološkim inovacijama, pa tako ne zaostaje ni s primjenom dronova. Kada se tome doda turistička zanimljivost Japana, vidljivo je da je velik izazov spojiti moderno i tradicionalno.

Japan nije član EASA-e, pa regulative propisuje Japanski ured za civilno zrakoplovstvo. Za ishođenje dozvole za let, piloti se obraćaju Ministarstvu zemljišta, infrastrukture, prometa i turizma. Dozvola nije potrebna za svaki let, kao ni registracija za svaki dron. Samo dronovi mase veće od 100 grama moraju biti registrirani. Registracija iznosi od 900 do 2400 jena, što je 6.5 do 17.5 eura. Kada je potrebno ishoditi dozvolu, važno je znati da je pilot dužan podnijeti prijavu za dozvolu barem 10 dana prije željenog dana leta. Osiguranje od odgovornosti nije obavezno, no svejedno se preporučuje [26].

Japan je, kao i prethodno opisane države, svoj zračni prostor podijelio na područja. Tako postoje područja u blizini zračnih luka označena slovom A. Sav zračni prostor iznad 150 metara visine od tla je označen kao područje B. Područje C obuhvaća gusto naseljena područja. Koja područja tu pripadaju određuje Ministarstvo unutarnjih poslova i komunikacija. Neovisno radi li se o rekreativnom ili komercijalnom pilotu, za let u bilo kojem području A, B ili C potrebna je dozvola. Također, neovisno o vrsti pilota vrijede sljedeći propisi. Najveća dopuštena visina leta je 150 metara iznad tla uz mogućnost leta na većim visinama s prethodno ishođenom dozvolom. Pilot mora tijekom cijelog leta održavati neometan vizualni kontakt s dronom osim u slučaju prethodnog odobrenja za let u prvom licu i slično. Ograničenje najveće dopuštene mase nije propisano, a sve radnje se moraju odvijati preko dana jer je let noću zabranjen, osim uz dozvolu. Preporuča se i razmak od 30 metara od osoba i imovine na tlu. Zabranjen je let iznad većih skupina ljudi [26].

Podjela prostora na područja, te pojedini propisi ne odnose se na korištenje dronova u akcijama spašavanja. Na taj način se takvim letovima daje prednost i u konačnici oni ranije dolaze do unesrećenih. Može se činiti kako su regulative u Japanu relativno blage, no kazne za kršenje propisa svakako nisu. Za upravljanje dronom pod utjecajem alkohola moguće je dobiti kaznu od godinu dana zatvora, te 2200 eura. Općenito, iznosi kazni se kreću do 3660 eura [26].

4.6. Hrvatska

U Hrvatskoj regulative upotrebe bespilotnih letjelica propisuje Hrvatska agencija za civilno zrakoplovstvo (kraće HACZ), a zračni prostor nadzire Hrvatska kontrola zračne plovidbe. Kako je Hrvatska članica EU i EASA-e, prihvaćene su opće regulative upotrebe bespilotnih letjelica propisane od strane EASA-e. Uz to, u Hrvatskoj vrijede i dodatni propisi koji se uglavnom odnose na upotrebu dronova za komercijalne svrhe, najčešće snimanje i fotografiranje iz zraka.

Kada je riječ o korištenju dronova, razlikuju se pojmovi operator i udaljeni pilot. Operator je osoba koja obavlja aktivnosti koje uključuju upotrebu jednog ili više dronova, dok je udaljeni pilot osoba koja na daljinu upravlja dronom i ne registrira se u sustavu HACZ već prolazi potrebnu obuku za upravljanje dronom [27]. Naravno, jasno je kako osoba u isto vrijeme može biti i operator i udaljeni pilot ako je registrirana u sustavu HACZ, ima položenu potrebu obuku te upravlja dronom.

Klase dronova i kategorije leta, te sva važnija ograničenja koje propisuje EASA su prethodno opisane u radu, a primjenjuju se u Hrvatskoj. To znači da dron mase manje od 250 grama, uz pridržavanje ostalih propisa, može letjeti u otvorenoj kategoriji, točnije u potkategoriji A1 za što nije potrebno ishoditi dozvolu. Međutim, ako se dron koristi za prikupljanje podataka iz zraka kao što je nadzor objekata ili infrastrukture, snimanje, fotografiranje i slično, potrebno je ishoditi policu osiguranja. Polica osiguranja nije potrebna za dronove do čak 20 kilograma ako se istima ne izvode nikakvi radovi iz zraka poput prethodno navedenih, dakle ako se leti rekreativno. Udaljeni piloti se u Hrvatskoj, kao i u prethodno opisanim državama, dijele u dvije kategorije. To su rekreativni i komercijalni. Komercijalni udaljeni piloti koji upravljaju dronom mase do 900 grama u blizini ljudi ili dronom mase do 25 kilograma na prostoru gdje nema ljudi, moraju imati položen ispit, biti registrirani kao operator drona i proći obuku za upravljanje dronom. Takvo korištenje drona obuhvaćaju potkategorije A1 i A3. Preostaje slučaj u kojem udaljeni pilot namjerava letjeti dronom mase veće od 900 grama, ali u blizini ljudi. Tada je potrebno položiti i ispit za potkategoriju A2 [27].

Ako namjeravane operacije dronom ne ulaze u okvire prethodno opisanih propisa, let pripada u specifičnu kategoriju. Dva standardna scenarija leta u specifičnoj kategoriji objavljena su od strane EASA-e. U slučaju da ti scenariji odgovaraju namjeravanom letu, preostaje izjavu dostaviti HACZ-u. Ako let odgovara nekoj od 4 procjene rizika propisane od strane EASA-e, potrebno je podnijeti zahtjev za odobrenje leta. Kada se let ne uklapa u prethodne propise, potrebno je podnijeti zahtjev za odobrenje, priložiti potrebne dokumente i izraditi procjenu rizika. Svi obrasci i upute dostupni su na stranicama HACZ-a. Postoji mogućnost vlastitog odobravanja operacija dronom, a kako bi to bilo moguće, potrebno je ishoditi svjedodžbu operatora sustava bespilotnog zrakoplova [27].

Za certificiranu kategoriju propisi u Hrvatskoj, kao i preporuke od strane EASA-e, nisu detaljno specificirani. Razlog tome je i specifičnost operacija koje se provode prije i tijekom leta, a koje su još uvijek u fazi razvoja i trenutno vrlo malo zastupljeni u praksi.

Općenito, dronom se u Hrvatskoj smatra svaka letjelica koja, uz ostale propise, masom ne prelazi 25 kilograma. Uz to, vrijede propisi kao što je održavanje vizualnog kontakta udaljenog pilota i drona tijekom cijelog leta, najveća dopuštena visina leta od 120 metara iznad tla, zabrana prijevoza opasnog tereta i leta iznad skupine ljudi kao i u blizini osoba koje nisu uključene u let. Dopušten je let danju u nenaseljenim područjima. Naravno, ovisno o klasi drona i kategoriji leta, postoje iznimke za koje je obično potrebno ishoditi dozvolu. Svakako se preporučuje prije leta provjeriti je li u željenom prostoru trenutno dopušteno letjeti, što je moguće vidjeti na web stranicama Hrvatske kontrole zračne plovidbe.

Svi prethodno opisani propisi u velikoj su mjeri usklađeni ili preuzeti iz propisa EASA-e. Svaka država članica EASA-e ima mogućnost uvesti i dodatne propise. U Hrvatskoj je to slučaj kada se radi o snimanju i fotografiranju iz zraka. Sav materijal prikupljen snimanjem i fotografiranjem iz zraka u Hrvatskoj u vlasništvu je Državne geodetske uprave (kraće DGU). Za odobrenje snimanja iz zraka i kasnije upotrebu tih snimaka, potrebno je podnijeti zahtjev u e-aplikaciji DGU-a. To znači da je za snimanje za vlastite potrebe kao što je fotografiranje panoramskih fotografija ili snimanje ljepote prirode potrebno predati zahtjev za odobrenje snimanja iz zraka. To uključuje dokaz o registriranoj djelatnosti snimanja iz zraka, plan snimanja, suglasnosti vlasnika ili korisnika zemljišta ili objekta ili suglasnost nadležnih ustanova za snimanje zaštićenih dijelova prirode. Ako se nastale snimke prodaju, potrebno je zbog vlasništva predati zahtjev za odobrenje za uporabu zračnih snimaka. Tada se dostavlja i cjelokupni snimljeni materijal te plan ostvarenog snimanja u .shp ili .klm formatu [28].

Može se zaključiti kako se usvajanjem regulativa EASA-e pojednostavila upotreba dronova u smislu potrebnih dozvola i odobrenja. Velik dio procesa je digitaliziran čime se prate moderni europski trendovi. Posebno je jednostavno koristiti dron mase do 250 grama za snimanje iz zraka. Potrebno je registrirati operatora, udaljeni pilot mora proći ispit na daljinu, ishoditi dozvolu za snimanje iz zraka i biti upoznat i poštivati ostale propise prije i tijekom leta. Tržište također prati regulative, pa se tako ističe DJI Mini linija dronova koji teže 249 grama, a posjeduju zavidne mogućnosti leta i snimanja.

5. Budući trendovi primjene dronova

Iz poglavlja u radu koje opisuje današnju primjenu dronova, a gdje su opisane samo najznačajnije primjene, vidljivo je kako dronovi mogu biti korišteni za vrlo različite svrhe. Širok spektar primjene moguć je zbog opremljenosti dronova različitim sensorima za prikupljanje podataka. Razvojem tehnologije ubrzano se pojavljuju novi načini primjene dronova, a u budućnosti će isti biti vrlo zastupljeni ponajprije zbog manjih troškova u odnosu na klasične letjelice s posadom. U nastavku slijedi nekoliko predviđanja autora ovog rada o upotrebi dronova u budućnosti.

Kako se spominje u [17], dronovi se uspješno koriste za berbu voća kao što su jabuke, a to rade na način da plodove odlažu u spremnik na koji su fizički povezani. Spremnik služi kao kontrolna stanica koja upravlja dronovima. Naravno, takva upotreba dronova je još uvijek u razvoju, a u budućnosti se može očekivati veća primjena u poljoprivredi. Ne samo u berbi voća kao što su jabuke ili kruške, već i u berbi grožđa, maslina i ostalih kultura.

Primjena nove tehnologije modernizira poljoprivredu, no sve je veći problem oprašivanja biljaka. Zbog sve većeg onečišćenja broj pčela i ostalih oprašivača se smanjuje. Iako se takav problem teško može riješiti bez povećanja broja jedinki oprašivača, dronovi nude barem privremeno rješenje. Trenutno su u razvoju dronovi oprašivači vrlo malih dimenzija i mase svega nekoliko grama, pa i manje. Oblikom i funkcijom podsjećaju na pčele, a ideja je oprašivati biljke pomoću većeg broja takvih dronova.

Još jedna moguća primjena dronova u proizvodnji je transport dijelova u velikim pogonima. Umjesto pokretnih traka i sustava transporta, uskoro bi se u proizvodnim pogonima mogli vidjeti dronovi. Uz dostavu unutar objekta, očekuje se daljnji razvoj dostave naručenih proizvoda dronovima na kućnu adresu, a predviđa se i razvoj dronova za transport ljudi čime bi klasične taksi službe bile manje popularne. U navedenim primjenama naglasak je na mogućnosti programiranja drona unaprijed kako bi letio po zadanoj putanji.

Kada je riječ o programiranju naredbi koje mehanizam mora izvršiti, jedna od prvih asocijacija je robot. Upravo bi robote poput onih koji nadziru red u nekom području, te koje je moguće upitati kako doći do određene lokacije i slično, mogli zamijeniti dronovi koji bi se mogli brže kretati prostorom i time smanjiti troškove. Na taj bi način dronovi mogli nadzirati i promet u velikim gradovima, te odmah obavijestiti nadležne službe u slučaju prometne nesreće.

Suprotno prethodno opisanoj primjeni, moguć je razvoj turnira u borbama dronova. Danas se na takvim natjecanjima koriste roboti, većinom kućne izrade. Napretkom tehnologije općenito, pa tako i dronova, modificiranje istih postat će sve jednostavnije čime će se razviti nove sposobnosti dronova.

Može se zaključiti kako su današnji dronovi vrlo razvijeni, no napretkom tehnologije budućnost će zasigurno biti vrlo zanimljiva. Gotovo je sigurno kako će biti vidljiv napredak u performansama dronova poput većeg dometa, duljeg trajanja leta, većih visina leta i ostalih važnih aspekata. Razvojem novih tehnologija i senzora kojima su dronovi opremljeni, iste će se moći vidjeti u različitim novim primjenama koje je danas teško predvidjeti.

6. Budućnost zakonskih regulativa

Svakom novom primjenom ili mogućnošću dronova, potrebno je prilagoditi postojeće ili kreirati nove regulative. Kako je relativno teško predvidjeti buduće upotrebe dronova, tako je teško i predvidjeti regulative vezane uz upotrebu, no cilj je prvenstveno sigurnost svih sudionika u zračnom prometu, kao i osoba, životinja i imovina na tlu. Pojavom novih modela i mogućnosti dronova, neke od današnjih podjela možda više neće vrijediti.

U budućnosti je moguća podjela na operacije dronovima izvan ili unutar objekata. Za korištenje dronova u zatvorenom prostoru korisno bi bilo propisati najnižu visinu leta u odnosu na pod, a ispod koje dronovi ne bi smjeli letjeti. Kada je riječ o letu na otvorenom, porastom gustoće zračnog prometa očekuje se rast važnosti dobre signalizacije i uočljivosti drona. Automatskim letom dronova, odnosno izvođenjem unaprijed zadane putanje leta, povećava se mogućnost sudara. Daljnji razvoj sustava kao što je sustav za izbjegavanje sudara u prometu (eng. *Traffic collision avoidance system – TCAS*) kakvog danas koriste zrakoplovi s posadom svakako bi smanjio rizik.

Povećanjem prometa potrebno je uvesti i češće i detaljnije kontrole. Također, ograničavanje količine prometa dronovima na nekom prostoru u određenom vremenu može biti vrlo dobra mjera zaštite ekosustava. Može se očekivati i dodatani razvoj propisa u certificiranoj kategoriji predloženoj od strane EASA-e.

Nakon opisa trenutnih i budućih upotreba dronova, te sadašnjih regulativa, može se zaključiti kako je razvoj dronova uvijek korak ispred regulativa koje propisuju način upotrebe. U budućnosti će nove regulative svakako biti potrebne, no i današnje regulative su vrlo dobro specificirane te se nastavljaju razvijati u dobrom smjeru posebice idejom pojela dronova i letova koje isti izvode u kategorije.

7. Zaključak

Dronovi su posebice u nekoliko posljednjih godina doživjeli vrlo velik razvoj, popularnost i uspjeh. Dronove često nazivamo bespilotnim letjelicama, no može se koristiti i pojam besposadnih letjelica. Njihovu upotrebu je potrebno regulirati, no same regulative se zasnivaju na različitim vrstama upotrebe, pa tako često kasne za razvojem dronova. Podjela dronova i zračnog prostora u kategorije pruža vrlo dobro rješenje.

Razvoj dronova počeo je polako i bilo je potrebno relativno dugo vrijeme za određene pomake. Razvojem zrakoplovne industrije ubrzao se i razvoj dronova. U početku su razvijani u vojne svrhe, no s vremenom se počinju upotrebljavati kao pomoć u raznim poslovima. Danas se, osim za zabavu, koriste u poljoprivredi, šumarstvu, nadzoru infrastrukture, potragama za unesrećenima nakon katastrofa te u bilo kojem zadatku kojeg je jednostavnije i brže izvesti iz zraka. Naravno, danas je također velik naglasak na dronovima kao dijelu vojske.

Razne upotrebe zahtijevale su prilagodbu dronova, pa su se tako razvili novi modeli. Svaki model posjeduje određene prednosti i nedostatke. Savršen model drona koji bi bio najbolji izbor u bilo kojoj situaciji ne postoji. Zadatak pilota je izabrati model koji je najpogodniji za svrhu leta. Osim modela, pilot prije leta mora uzeti u obzir vremenske prilike i lokaciju, odnosno okruženje u kojem namjerava izvesti let.

Područja u kojima je let dopušten najbolje je provjeriti na web stranicama zbog mogućih promjena. Ako u nekom području dođe do šumskog požara, putovanja osobe od velike važnosti, većih okupljanja ljudi i slično, nadležno tijelo može proglasiti zabranu leta u tom području. Let dronom bez dopuštenja ne može se lako otkriti, no moguća je prijava od treće strane. Ako se dokaže krivnja, slijedi kazna koja ovisno o državi i prekršaju može biti vrlo velika. Zbog toga je prije leta vrlo važno biti upoznat s regulativama upotrebe dronova.

Temeljem današnje upotrebe dronova teško je predvidjeti buduće mogućnosti upotrebe. Svakako je sigurno kako će dronovi i tehnologija vezana uz iste napredovati. Dronovi će biti moćniji nego ranije, posebice u smislu letačkih sposobnosti kao što je veći domet i dulje vrijeme leta. Ugradnjom novih kamera i senzora na dronove, u upotrebi istih samo je ljudska mašta granica. Upravo zbog novih mogućnosti i primjene dronova, kao i tržište, zakonske regulative će se promijeniti i prilagoditi.

Popis literature

- [1] J. Burnett, „What is a Drone? A Definition and Popular Types“, 2021. [Na Internetu]. Dostupno: <https://droneflying101.com/drone-definition/> [pristupano 8.7.2022.].
- [2] Law Insider (bez dat.) *Drone definition* [Na Internetu]. Dostupno: <https://www.lawinsider.com/dictionary/drone> [pristupano 8.7.2022.].
- [3] S. M. S. M. Duad i sur., „Applications of drone in disaster management: A scoping review“, 2022. [Na Internetu]. Dostupno: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1355030621001477> [pristupano 8.7.2022.].
- [4] J. Rennie, „Drone types: multi-rotor vs fixed wings vs single rotor vs hybrid VTOL“, 2016. [Na Internetu]. Dostupno: <https://www.auav.com.au/articles/drone-types/> [pristupano 8.7.2022.].
- [5] E. Mitka, S. G. Mouroutsos, „Classification of Drones“, 2017. [Na Internetu]. Dostupno: https://www.researchgate.net/profile/Eleftheria-Mitka/publication/318224698_Classification_of_Drones/links/59a81180458515b33b5a43ae/Classification-of-Drones.pdf [pristupano 8.7.2022.].
- [6] J. C. Rosser, Jr, V. Vignesh, B. A. Terwilliger, B. C. Parker, „Surgical and Medical Applications of Drones: A Comprehensive Review“, 2018. [Na Internetu]. Dostupno: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6174005/> [pristupano 8.7.2022.].
- [7] Pilot Institute (2020). *What`s the Difference Between Drones, UAV and UAS? Definitions and Terms*. [Na Internetu]. Dostupno: <https://pilotinstitute.com/drones-vs-uav-vs-uas/> [pristupano 8.7.2022.].
- [8] D. Daly, „A Not-So-Short History of Unmanned Aerial Vehicles (UAV)“, (bez dat.). [Na Internetu]. Dostupno: <https://consortiq.com/uas-resources/short-history-unmanned-aerial-vehicles-uavs> [pristupano 8.7.2022.].
- [9] De Havilland Aircraft Museum, „De Havilland DH82B Queen Bee“, (bez dat.). [Na Internetu]. Dostupno: <https://www.dehavillandmuseum.co.uk/aircraft/de-havilland-dh82b-queen-bee/> [pristupano 15.7.2022.].
- [10] R. Guttman, „Hollywood and drones: The forgotten connection“, (23.6.2017.). [Na Internetu]. Dostupno: <https://www.historynet.com/drones-hollywood-connection/?f> [pristupano 20.7.2022.].

- [11] R. Connor, „The Predator, a Drone That Transformed Military Combat“, (9.3.2018.). [Na Internetu]. Dostupno: <https://airandspace.si.edu/stories/editorial/predator-drone-transformed-military-combat> [pristupano 21.7.2022.].
- [12] „Predator Drone Specifications“ (11.5.2012.). Military History Matters [Na Internetu]. Dostupno: <https://www.military-history.org/feature/predator-drone-specifications.htm> [pristupano 21.7.2022.].
- [13] S. Sun, G. Cioffi, C. de Visser, D. Scaramuzza, „Autonomous Quadrotor Flight despite Rotor Failure with Onboard Vision Sensors: Frames vs. Events“, 2020. [Na Internetu]. Dostupno: https://rpg.ifi.uzh.ch/docs/RAL21_Sun.pdf [pristupano 27.7.2022.].
- [14] Australian Government, Civil Aviation Safety Authority, „Types of drones“ [Na Internetu], 24.3.2022. Dostupno: <https://www.casa.gov.au/drones/drone-rules/drone-safety-rules/types-drones> [pristupano 2.7.2022.].
- [15] M. Kanič, *Dronovi* [Završni rad]. Veleučilište u Rijeci, Rijeka, 2018. Dostupno: <https://repozitorij.veleri.hr/islandora/object/veleri%3A1592/datastream/PDF/view> [pristupano 27.7.2022.].
- [16] Metal Detector (bez dat.) *10 Cool Things You Can Do With Drones* [Na Internetu]. Dostupno: <https://www.metaldetector.com/learn/buying-guide-articles/others/10-fun-drone-activities> [pristupano 7.8.2022.].
- [17] D. Lemić, R. Radanović, M. Orešković, M. Gneda, K. Kapor, H. Virić Gašparić, *Dronovi kao moderan alat za suvremenu poljoprivredu*, 2021. [Na Internetu]. Dostupno: <https://hrcak.srce.hr/file/377141> [pristupano 7.7.2022.].
- [18] J. Shahmoradi, E. Talebi, P. Roghanchi, M. Hassanalian, *A Comprehensive Review of Applications of Drone Technology in the Mining Industry*, 2020., [Na Internetu]. Dostupno: <https://www.mdpi.com/2504-446X/4/3/34/htm> [pristupano 7.7.2022.].
- [19] Jezikoslovac (bez dat.) *Regulativa – značenje i definicija* [Na Internetu]. Dostupno: <https://jezikoslovac.com/word/v224> [pristupano 12.8.2022.].
- [20] Difference Between | Descriptive Analysis and Comparisons (bez dat.) *Difference between Law and Regulation* [Na Internetu]. Dostupno: <http://www.differencebetween.info/difference-between-law-and-regulation#:~:text=However%2C%20definitions%20of%20both%20the%20words%20often%20cause,the%20process%20of%20monitoring%20and%20enforcing%20the%20rules.> [pristupano 12.8.2022.].
- [21] T. Smith-Kohls, „United States Airspace Classes Explained“, (22.2.2021.). [Na Internetu]. Dostupno: <https://calaero.edu/airspace-classes-explained/> [pristupano 17.8.2022.].

- [22] *Air Traffic and General Operating Rules – Part 107 – Small Unmanned Aircraft Systems*. (28.6.2016.). [Na Internetu]. Federal Aviation Administration, Department of Transportation. Dostupno: <https://www.ecfr.gov/current/title-14/chapter-I/subchapter-F/part-107> [pristupano 16.8.2022.].
- [23] *Easy Access Rules for Unmanned Aircraft Systems*. (rujan 2021.). [Na Internetu]. European Union Aviation Safety Agency. Dostupno: <https://www.easa.europa.eu/downloads/110913/en> [pristupano 17.8.2022.].
- [24] Drone Laws (14.7.2022.) *Drone Laws in Germany* [Na Internetu]. Dostupno: <https://drone-laws.com/drone-laws-in-germany/> [pristupano 17.8.2022.].
- [25] Drone Laws (13.7.2022.) *Drone Laws in Austria* [Na Internetu]. Dostupno: <https://drone-laws.com/drone-laws-in-austria/> [pristupano 22.8.2022.].
- [26] Drone Laws (2.8.2022.) *Drone Laws in Japan* [Na Internetu]. Dostupno: <https://drone-laws.com/drone-laws-in-japan/> [pristupano 22.8.2022.].
- [27] Hrvatska agencija za civilno zrakoplovstvo (bez dat.) *Želim letjeti dronom – što moram napraviti?* [Na Internetu]. Dostupno: <https://www.ccaa.hr/zelim-letjeti-dronom-sto-moram-napraviti-35513> [pristupano 24.8.2022.].
- [28] e-Građani (bez dat.) *Izdavanje odobrenja za snimanje iz zraka i odobrenja za uporabu zračnih snimaka* [Na Internetu]. Dostupno: <https://gov.hr/hr/izdavanje-odobrenja-za-snimanje-iz-zraka-i-odobrenja-za-uporabu-zracnih-snimaka/1550> [pristupano 24.8.2022.].

Popis slika

Slika 1: Dron Predator (Izvor: [11]) 8

Popis tablica

Tablica 1: Prednosti i nedostaci različitih modela dronova (Prema: [4]).....	13
Tablica 2: Zakonske regulative u SAD-u s obzirom na kategoriju drona [autorski rad]	27
Tablica 3: Ograničenja karakteristika dronova u različitim klasama [autorski rad]	30