Primjena dronova u civilne svrhe

Đuka, Matija

Master's thesis / Diplomski rad

2019

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:216573

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Matija Đuka

PRIMJENA DRONOVA U CIVILNE SVRHE

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2019.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
POVJERENSTVO ZA DIPLOMSKI ISPIT

Zagreb, 11. travnja 2019.

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

DIPLOMSKI ZADATAK br. 5211

Pristupnik: **Matija Đuka (0135236838)**
Studij: Promet
Smjer: Zračni promet

Zadatak: **Primjena dronova u civilne svrhe**

Opis zadatka:

U uvodnom dijelu potrebno je definirati predmet istraživanja, svrhu i cilj istraživanja, dati pregled dosadašnjih istraživanja razmatrane tematike, predočiti strukturu rada prema poglavljima te definirati očekivane rezultate istraživanja. Potrebno je kronološki prikazati razvoj dronova, predočiti klasifikaciju. Te ukazati na potencijalne opasnosti i prepreke masovnije primjene dronova u civilne svrhe. Isto tako, potrebno je ukazati na najvažnije regulatorne propise o operacijama dronova na primjerima regulative u SAD-u, na europskoj i nacionalnoj razini. Predočiti konkretne primjere uporabe dronova te poseban naglasak staviti na trenutnu primjenu dronova u civilne svrhe. Dati primjere mogućnosti buduće implementacije dronova s naglaskom na moguću primjenu dronova u civilne svrhe u Republici Hrvatskoj. Interpretirati zaključna razmatranja o mogućnostima primjene dronova u civilne svrhe.

Mentor:

Andrija Vidović

izv. prof. dr. sc. Andrija Vidović

Predsjednik povjerenstva za diplomski ispit:

Sveučilište u Zagrebu

Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

PRIMJENA DRONOVA U CIVILNE SVRHE

APPLICATION OF DRONES FOR CIVIL PURPOSES

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

Student: Matija Đuka

JMBAG: 0135236838

Zagreb, rujan 2019.

SAŽETAK

Bespilotne letjelice tzv. dronovi, kao i većina ostalih letjelica, prvi su se put pojavili u vojnoj primjeni. Prvotno su napravljeni da izvode vojne akcije, no nakon upotrebe u ratovima ljudi su s vremenom sve više uvidjeli njihovu moguću daljnju upotrebu u civilne svrhe. Danas se već koriste za osobne potrebe, u snimanju filmova, raznih događanja i sportova te do nadzora granica, praćenja prometa, itd. Iako su dronovi u civilnoj upotrebi još relativno novija tehnologija u svijetu, u zadnje se vrijeme rapidno povećava njihova upotreba, pa stoga moraju postojati zakoni i regulative kojih se korisnici dronova trebaju pridržavati. Kako postoji globalna regulativa o uporabi dronova koja se odnosi na cijeli svijet tako bi i svaka država u kojoj se koriste dronovi trebala imati svoju nacionalnu regulativu o uporabi dronova. U Hrvatskoj, kao i u svijetu, postoji veliki potencijal i mogućnosti uporabe dronova, dijelom radi našeg teško dostupnog terena u zemlji, a dijelom zbog sigurnosti, lakšeg i bržeg izvođenja određenih zadataka, pa i zbog financijske isplativosti. U ovom radu će se analizirati dosadašnje upotrebe dronova u civilne svrhe i istražiti moguće buduće primjene dronova s naglaskom na civilnu upotrebu u Hrvatskoj.

Ključne riječi: bespilotne letjelice; dronovi; regulativa; civilna primjena

SUMMARY

Drones (UAV) as many other aerial vehicles first appeared in military use. They were made for military actions, but people found out that drones could be used in civil use. By now drones are used for personal activities, filming, recording various events, bordering control, tracking traffic, etc. Drones in civil use are in an early stage but their use is rapidly increasing so there must be laws and regulations for drone users. There are global regulations for users of drones but every country in which are run drones should have its own national regulations. In Croatia, as in the rest of the world, there are much potential space for using drones. That's because of terrains that are difficult to reach, security, easier and faster performance of some tasks and financial profitability. In this work will be analysed use of drones in civil use by now and research new potential uses of drones, especially in civil use in Croatia.

Key words: Unmanned Aerial Vehicles; drones; regulation; civil use

SADRŽAJ

1. UVOD 1

2. EVOLUCIJA DRONOVA 3

2.1. Povijesni pregled evolucije dronova 3

2.2. Elementi drona 7

2.2.1. Bespilotna letjelica 8

2.2.2. Polijetanje i slijetanje 10

2.2.3. Ljudski čimbenik 11

2.2.4. Korisni teret 12

2.2.5. Komande i kontrole 13

2.2.6. Komunikacijska podatkovna veza 15

2.3. Klasifikacija dronova 16

3. PREGLED REGULATIVE O UPORABI DRONOVA 20

3.1. Globalna regulativa o uporabi dronova 20

3.2. Regulativa o uporabi dronova u Sjedinjenim Američkim Državama 22

3.3. Europska regulativa o uporabi dronova 24

3.4. Nacionalna regulativa o uporabi dronova 26

4. PRIMJERI UPORABE DRONOVA U CIVILNE SVRHE 33

4.1. Osobna uporaba i sport 33

4.2. Snimanje filmova, sportskih i drugih događaja 36

4.3. Dronovi za rudarenje 38

4.4. Agrikultura 39

4.5. Dronovi za nadzor i sigurnost 42

4.6. Građevinska industrija 44

4.7. Inspekcije 46

4.8. Protupožarstvo 49

4.9. Čišćenje zgrada 51
4.10. Dronovi u osiguranju 53
4.11. Dronovi za pomoć u lovu na divljač 55
4.12. Dronovi za istraživanje i praćenje vulkana 56
4.13. Snimanje nekretnina 57
4.14. Geodetske izmjere i mapiranje 58
4.15. Dronovi za znanost i istraživanje 60
4.16. Policijski dronovi 62
4.17. Potraga i spašavanje 64
4.18. Pregled putničkih zrakoplova 65
4.19. Dronovi za osvjetljenje 67
4.20. Dronovi za praćenje meteorološke situacije 68
5. MOGUĆNOST PRIMJENE DRONOVA U REPUBLICI HRVATSKOJ 70
5.1. Primjena dronova u prebrojavanju krupne divljači 70
5.2. Primjena dronova za praćenje divljih životinja i nadzor lovokrađa 71
5.3. Dronovi za medicinske slučajeve 73
5.4. Novinarstvo 74
5.5. Dronovi za obavljanje očevida prometnih nesreća 77
5.6. Primjena dronova na prometnoj infrastrukturnoj mreži 78
5.7. Razminiranje teritorija 80
5.8. Prijevoz ljudi 82
5.9. Dostava pošte i paketa 84
5.10. Telekomunikacije i pristup internetu 86
5.11. Anketa 88
6. ZAKLJUČAK 95
LITERATURA 97

POPIS SLIKA 101

POPIS TABLICA 103

POPIS GRAFIKONA 104

1. UVOD

Promet kao jedna od grane gospodarstva je jako bitan. Direktno utječe na ostale sustave u svijetu te se mora stalno razvijati u skladu s ostalim granama gospodarstva kako bi cijeli sustav ostao povezan. Stoga je jako bitno unaprjeđenje tehnologije prometa. U ovom radu naglasak je stavljen na zračni promet, tj. na primjenu bespilotnih letjelica. Bespilotne letjelice se nazivaju još mnogim imenima no u ovom radu će se koristiti pojam dronovi.

Svjedoci smo činjenice da se nove tehnologije najviše razvijaju u ratovima za vojne svrhe pa su se tako razvili dronovi te našli svoju prvu primjenu. Neke od njih su se upotrebljavale za špijuniranje neprijatelja, nošenje bombi, blisku borbu, itd. Nakon primjene u ratovima ljudi su shvatili da se dronovi mogu iskoristiti i za druge stvari tj. u komercijalne svrhe gdje bi ljudi diljem svijeta mogli imati beneficije od njihovog korištenja. Primjena dronova u komercijalne svrhe se širi te se stoga dronovi u današnje vrijeme koriste npr. za nadzor granica i potencijalno opasnog terena od požara, oprašivanje polja, snimanje nekretnina, dostavu paketa na udaljena područja, itd.

Svrha ovog istraživanja je prikazati trenutnu primjenu dronova u svijetu i Hrvatskoj te analizirati moguća rješenja primjene dronova u budućnosti. Cilj istraživanja je prikazati kako što jednostavnije, brže, efikasnije, bez zagađivanja okoline te financijski isplativije izvršiti određene zadatke, a da pritom podliježu sigurnosnoj globalnoj, regionalnoj i nacionalnoj regulativi pojedine države.

Diplomski rad je podijeljen na šest tematskih cjelina, kako slijedi:

1. *Uvod*
2. *Evolucija dronova*
3. *Pregled regulative o uporabi dronova*
4. *Primjeri uporabe dronova u civilne svrhe*
5. *Mogućnost primjene dronova u Republici Hrvatskoj*
6. *Zaključak*

U uvodnom dijelu je definiran predmet istraživanja, svrha i cilj istraživanja te je predočena struktura rada.

U drugom poglavlju rada su opisane osnovne karakteristike dronova te njihova podjela. Isto tako opisan je razvoj uporabe dronova kroz povijest te kako su oni izgledali i kako su se koristili u svojim počecima pa sve do danas.

U trećem poglavlju je napravljen pregled regulative o uporabi dronova i nadležnih tijela koja ih donose i provode. Regulativa i zakoni su jako važni kako bi se dronovi koristili u skladu sigurnosnog i ekološkog aspekta te je podijeljena na globalnu i nacionalnu razinu Republike Hrvatske.

Četvrto poglavlje daje primjere dosadašnje uporabe dronova u civilne svrhe u svijetu te i sam prikaz tih dronova. Prikazani su i analizirani razni primjeri uporabe dronova te je objašnjeno koje sve prednosti imaju u odnosu na prijašnji način obavljanja određenog zadatka.

U petom poglavlju istražene su mogućnosti primjene dronova u Republici Hrvatskoj. Prikazane su potencijalne primjene dronova u raznim djelatnostima u Hrvatskoj kako bi se podigla kvaliteta života te pojednostavilo i ubrzalo izvođenje određenih zadataka. Isto tako se želi rasteretiti ljude u obavljanju tih istih zadataka. Također je napravljena anketa o potencijalnim primjenama dronova u komercijalne svrhe u RH te su prikazani njezini rezultati.

U posljednjem šestom poglavlju su izneseni zaključci u vezi potencijalne primjene dronova u civilne svrhe u RH. Zaključci su doneseni kroz analizu navedenih primjena dronova u ovom radu, ankete te povezane regulative u uporabi dronova.

2. EVOLUCIJA DRONOVA

Dron je bespilotna letjelica (engl. *Unmanned Aircraft Vehicle* - UAV) koja može biti daljinski upravljana (engl. *Remotely Piloted Aircraft System* - RPAS) od strane ljudske osobe, zatim s određenim stupnjem autonomnosti (tj. kreće se unaprijed zadanom putanjom uz povremene upravljačke akcije nadležne osobe) te potpuno autonomna što znači da bespilotna letjelica sve radi sama bez ikakvih upravljačkih akcija nadležne osobe. Može se zaključiti da je to spoj bespilotne letjelice i sustava za njezino upravljanje kojega se može zvati i sustav bespilotnih letjelica (engl. *Unmanned Aircraft System* - UAS). U ovom poglavlju će se ukratko opisati tijek razvoja dronova od samih početaka. Također su napravljene razne klasifikacije dronova te nabrojani i objašnjeni elementi sustava bespilotnih letjelica tj. dronova.

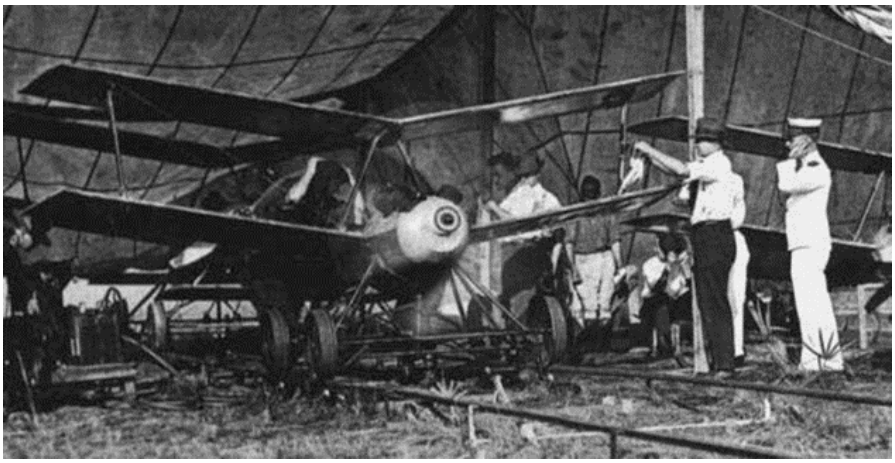
2.1. Povijesni pregled evolucije dronova

Ljudi su od davnina imali razne ideje i pokušavali na svakakve načine pobijediti u ratovima. Tako je kineski general Zhuge Liang oko 200 godina prije Krista kako bi prestrašio neprijatelje napravio prvi zračni balon. Neprijatelji su mislili da je to božanska sila te su se povukli. To je bio papirnati balon ispunjen petrolej lampom koja je stvarajući vrući zrak dizala balon u zrak iznad neprijatelja. Može se reći da je to bio jedan od prvih događaja koji bi se mogao povezati s početkom ideje o dronovima.[1]

Dronovi su kroz povijest imali razne nazive. Neka od njih su: daljinski upravljan, zračni torpedo, autonomna ili udaljena kontrola, letjelica bez pilota i zračna letjelica bez posade. Danas se ipak najviše koristi naziv dronovi.[2]

Glavni razlog zbog čega su napravljeni je sigurnost jer nema ljudskih žrtava pri rušenju dronova. U zadnje vrijeme dronovi su autonomni ili daljinski upravljane zračne letjelice koje lete kao letjelice s ljudskom posadom. Prva bespilotna zračna letjelica se zvala zračni torpedo[3] koji je prikazan na slici 1. Sperry ga je napravio 6. ožujka 1918. godine na zahtjev američke mornarice. Zračni torpedo je uspješno prošao testove i prvi je dron koji je poletio no nije bilo serijske proizvodnje.

[1] Barnhart R. K., Hottman S.B., Marshall D. M., Shappee E. Introduction to Unmanned Aircraft Systems: Boca Raton, CRC Press; 2012.
[2] Ibid.
[3] Ibid.



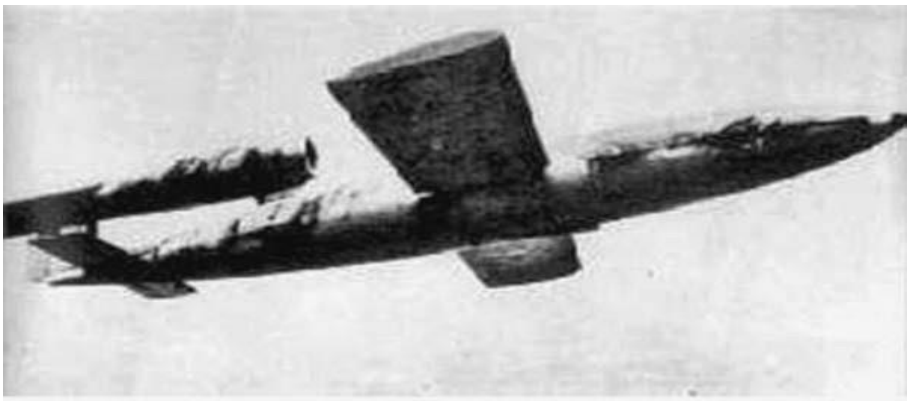
Slika 1. Prvi napravljeni dron-„zračni torpedo“

Izvor: Barnhart R. K., Hottman S.B., Marshall D. M., Shappee E. Introduction to Unmanned Aircraft Systems: Boca Raton, CRC Press; 2012.

Prvi dronovi su bili „*target*“ dronovi koji su se koristili u svrhu vježbanja vojnih pilota. Charles Kettering je zatim na zahtjev američke vojske napravio poboljšanu verziju zračnog torpeda nazvanog Bug. Mogao je letjeti na visini od 3 km te čak do 160 km udaljenosti i bio je u serijskoj proizvodnji.[4]

Za drugi svjetski rat su napravljeni „Assault“ dronovi koji su noseći bombe i torpeda uništavali neprijatelje. Najznačajniji borbeni dron u drugom svjetskom ratu je bio njemački V-1 Buzz Bomb koji je prikazan na slici 2. Napravljeno ih je više od 25.000 primjeraka, od strane zrakoplovne tvrtke Fieseler. Bio je ujedno i prvi dron na mlazni pogon te je imao masu više od 2 tone. Manji dio njih je lansiran s bombardera iz zraka dok su većinom s lansirnih tračnica na zemlji.[5]

[4] Barnhart R. K., Hottman S.B., Marshall D. M., Shappee E. Introduction to Unmanned Aircraft Systems: Boca Raton, CRC Press; 2012.
[5] Ibid.



Slika 2. Njemački V-1 Buzz Bomb

Izvor: Barnhart R. K., Hottman S.B., Marshall D. M., Shappee E. Introduction to Unmanned Aircraft Systems: Boca Raton, CRC Press; 2012.

U hladnom ratu su se počeli razvijati dronovi za izviđanje, uslijed unaprjeđenja slike i navigacije bespilotnih letjelica. Prvi takav dron bio je Radio Plane YQ-1B visokih performansi no zbog nedostatnog doleta i visokog troška je obustavljen, nakon što ih je 20-tak izrađeno.[6]

Također su bili izrađeni dronovi za ometanje neprijateljskih radara, no njihova uspješnost nije bila velika pa je učinkovitije bilo uvesti dronove-mamce. Dronovi-mamci su bili u upotrebi od 1950-ih do 1970-ih godina dok se radar nije poboljšao. Oni su oponašali borbene avione te bi neprijatelji potrošili svo svoje protuzračno naoružanje na njih umjesto na borbene avione.[7]

Prvi bespilotni helikopter je bio od američke mornarice imenom QH-50 DASH (engl. *Drone Anti-Submarine Helicopter*) koji je prikazan na slici 3. Izrađeno ih je preko 700, a imali su daljinsko upravljanje s broda. Svrha mu je bila da zaštiti brod tako da poleti s broda, detektira podmornicu i lansira torpedo koje bi pogodilo podmornicu. To je bila svojevrsna obrana broda od dalekometnih torpeda podmornice. Koristili su se od 1960-ih do sredine 1970-ih godina, a osim Amerikanaca su ih koristili Japanci, Francuzi i još nekoliko zemalja.[8]

[6] Barnhart R. K., Hottman S.B., Marshall D. M., Shappee E. Introduction to Unmanned Aircraft Systems: Boca Raton, CRC Press; 2012.
[7] Ibid.
[8] Ibid.



Slika 3. QH-50 DASH

Izvor: https://www.gyrodynehelicopters.com/dash_history.htm

Napredak tehnologije i dolazak manje i lakše kompjuterske tehnologije 1970-ih godina bilo je od presudne važnosti za razvoj autonomnih dronova. Time je došlo do razvoja boljih senzora i ostalih značajki, a pojavom GPS-a (engl. *Global Positioning System*) unaprijedila se i navigacija.[9]

Izraelci su napravili prvi taktički dron imena „Scout" koji je služio da kamerom prima podatke i sliku na bojištu te tako omogućuje raspoređivanje vojnika i trupa u određene formacije. Prednost je i što je bio premal da bi se uočio na radaru i da bi ga drugi brzi borbeni zrakoplovi opazili.[10]

Izraelci i Amerikanci zajedno napravili i koristili dronove "Pointer" i „Pioneer" kojeg se može vidjeti na slici 4. Koristili su se 1991. u borbama „Desert Storm". Polijetali su uz pomoć katapultiranja, tj. motora za motorne sanjke. Njima su upravljali ljudi na zemlji s posebnim daljinskim upravljačima te su imali domet oko 160 km, ali pod uvjetom da su na većoj visini od 600 m radi prijenosa podataka.[11]

[9] Barnhart R. K., Hottman S.B., Marshall D. M., Shappee E. Introduction to Unmanned Aircraft Systems: Boca Raton, CRC Press; 2012.
[10] Ibid.
[11] Ibid.



Slika 4. Dron "Pioneer"

Izvor: Barnhart R. K., Hottman S.B., Marshall D. M., Shappee E. Introduction to Unmanned Aircraft Systems: Boca Raton, CRC Press; 2012.

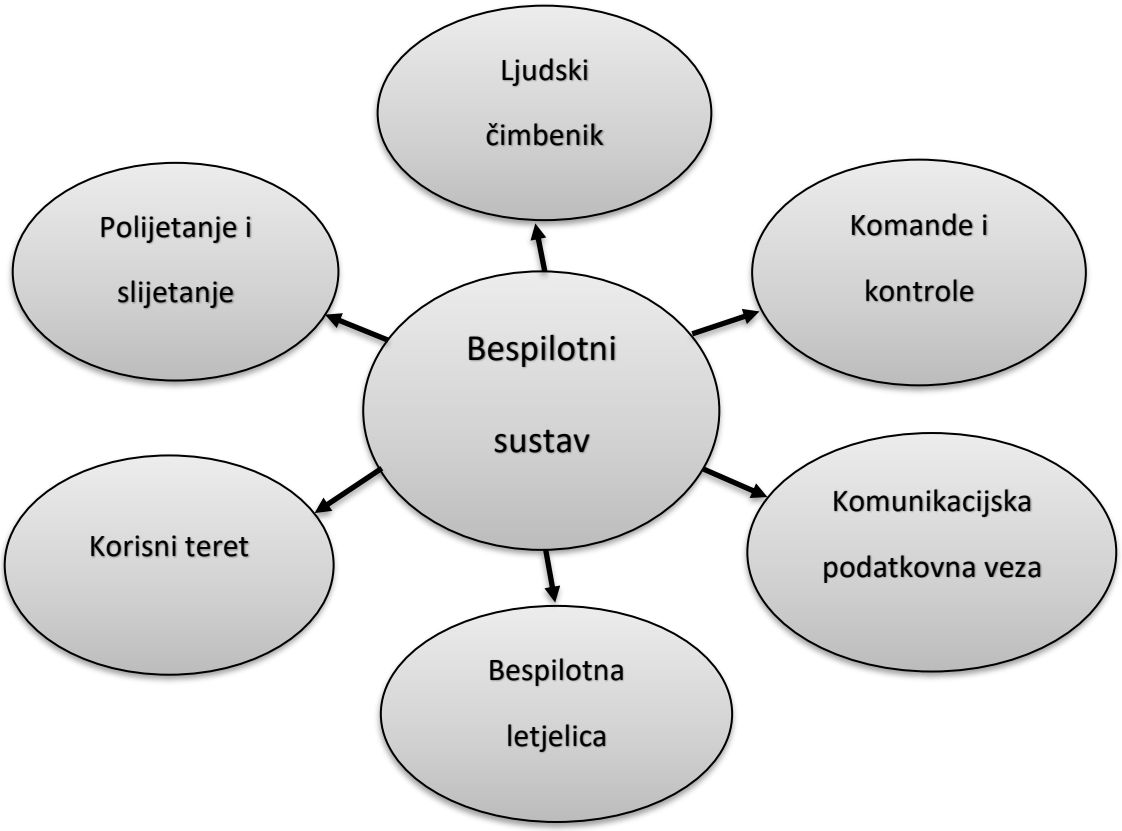
Od 1990-ih pa sve do napada 9. studenog 2001. u Americi dronovi su slabo napredovali. Razlog je bio taj da piloti ipak zadrže svoj posao i svoju funkciju. No nakon napada su shvatili ipak brojne prednosti dronova. Tomu govori podatak da ih je za vrijeme napada američka vojska imala 30 u službi dok ih je 2010. godine imala preko 2.000.[12]

Dolaskom multicopter-a 2010. godine počela je primjena dronova u civilne svrhe. Kako tehnologija sve više i više napreduje dolaze i potpuno autonomni dronovi. To su dronovi koji lete unaprijed zadanom rutom i sve zadatke obavljaju sami bez upravljanja od strane operatora. Nedostatak im je što ih se s vremenom može „hakirati“ te zatim preuzeti upravljanje tim dronom. Da bi se to eliminiralo jedina solucija je umjetna inteligencija koja bi upravljala tim dronom no najveći problem u tom slučaju je odgovornost. Tako da za sada ne postoje skroz autonomni dronovi koji su bez nadzora operatora te barem jedna osoba mora stalno biti pripravna za reagirati i nadležna za odgovornost.[13]

2.2. Elementi drona

Dronovi se sastoje od šest elemenata koji su prikazani na slici 5. Ti elementi zajedno tvore sustav bespilotnih letjelica, tzv. dronove. Svaki od elemenata je posebno objašnjen u zasebnom pod poglavlju unutar ovog poglavlja.[14]

[12] Barnhart R. K., Hottman S.B., Marshall D. M., Shappee E. Introduction to Unmanned Aircraft Systems: Boca Raton, CRC Press; 2012.
[13] Ibid.
[14] Ibid.



Slika 5. Elementi sustava bespilotne letjelice

Izvor: Barnhart R. K., Hottman S.B., Marshall D. M., Shappee E. Introduction to Unmanned Aircraft Systems: Boca Raton, CRC Press; 2012.

2.2.1. Bespilotna letjelica

Bespilotna letjelica može biti s fiksnim krilom ili s dva i više rotora. U zadnje vrijeme se sve više koristi i naziv „daljinsko upravljana letjelica“ zbog toga da se uistinu pokaže važnost čovjeka u operacijama ovog sustava.

Dronovi s fiksnim krilima imaju prednost da mogu letjeti na višim visinama za razliku od dronova s rotorima. Također mogu imati puno veći dolet jer duže vrijeme mogu provesti u zraku bez slijetanja na zemlju. Najčešće se koriste za nadzor, izviđanje i prikupljanje podataka. Primjer jednog takvog drona je „Zephyr“, na solarni pogon tvrtke Airbus, kojeg se vidi na slici 6. Ta letjelica je poletjela 11. srpnja 2018. godine i sletjela tek nakon 25 dana neprekidnog leta. Koristila je sunčevu energiju za napajanje, a letjela je na visinama iznad oblaka i redovnog zračnog prometa, tj. na srednjoj visini od 21 km. Raspon krila je 25 m, a masa manja od 75 kg. Koristi se za razne svrhe poput nadzora mora, granica, detektiranje i praćenje požara pa i za komunikaciju i navigaciju. To je u biti spoj satelita i bespilotne letjelice. Može se fokusirati na

jedno određeno područje duže vrijeme i pružati komunikaciju kao satelit, a isto tako je jako fleksibilan. Također može motriti određeno područje pružajući sliku jako velike kvalitete.[15]



Slika 6. Airbus-ova „Zephyr" solarna bespilotna letjelica

Izvor: https://www.unmannedsystemstechnology.com/2018/07/first-production-facility-for-zephyr-high-altitude-uas-opens/

Dronovi s rotorima imaju razne primjene. Zbog rotora imaju sposobnost lebdjenja na malom prostoru, ali isto tako imaju mogućnost i „normalnog" tj. horizontalnog letenja zakretanjem rotora. Mali električni dronovi s rotorima mogu biti idealni za potragu i spašavanje, pomoć u katastrofama i sličnim situacijama jer se mogu jako brzo pripremiti i poletjeti te su spremni za obavljanje zadatka. Nedostatak je što ne mogu imati veliku horizontalnu brzinu kao dron s fiksnim krilom te ne mogu letjeti duže od sat vremena. Razlog tomu je tehnologija baterija koju do sad još nisu uspjeli usavršiti. Primjer jednog drona s rotorima vidi se na slici 7. To je MQ-8B Fire Scout koji ima primjenu u vojsci. Koristi se za zemljane operacije ali i za mornaricu. Ima jako vatreno oružje, a mornarica je ugradila i pomorski radar. Autonoman je, a na moru može raditi i u paru s drugim letjelicama s posadom.[16]

[15] https://www.airbus.com/newsroom/press-releases/en/2018/08/Airbus-Zephyr-Solar-High-Altitude-Pseudo-Satellite-flies-for-longer-than-any-other-aircraft.html
[16] https://www.northropgrumman.com/Capabilities/firescout/Pages/default.aspx



Slika 7. VTOL dron "Fire Scout MQ-8B"

Izvor: https://www.northropgrumman.com/Capabilities/MQ8BFireScout/Pages/default.aspx

2.2.2. Polijetanje i slijetanje

Dronovi s fiksnim krilima najčešće imaju dodatnu opremu za operacije polijetanja i slijetanja. To im je veliki nedostatak. Neki dronovi imaju složene procedure pri polijetanju i slijetanju dok neki nemaju uopće taj problem. Veliki sustavi bespilotnih letjelica zahtijevaju uzletno sletnu stazu i osoblje te zemaljski agregat (engl. *Ground Power Unit* - GPU), tegljače, kamione s gorivom i ostalo. Manji dronovi mogu biti i ručno lansirani kao na primjer dron sa slike 8., dok prilikom slijetanja koriste padobran. No većina dronova koristi sustav katapulta prilikom polijetanja da bi u što kraćoj udaljenosti dobili brzinu leta te se taj primjer može vidjeti na slici 9. Za operacije slijetanja najčešće koriste mrežu ili kuku na krajevima krila s kojom se zakače na ovješeni kabel kako bi sletjeli.[17]

[17] Barnhart R. K., Hottman S.B., Marshall D. M., Shappee E. Introduction to Unmanned Aircraft Systems: Boca Raton, CRC Press; 2012.



Slika 8. Dron "Raven RQ-11" lansiran iz ruku vojnika

Izvor: Barnhart R. K., Hottman S.B., Marshall D. M., Shappee E. Introduction to Unmanned Aircraft Systems: Boca Raton, CRC Press; 2012.



Slika 9. Sustav lansiranja drona putem katapulta

Izvor: Barnhart R. K., Hottman S.B., Marshall D. M., Shappee E. Introduction to Unmanned Aircraft Systems: Boca Raton, CRC Press; 2012.

Ipak operacije polijetanja i slijetanja su prednost dronova s rotorima jer ne zahtijevaju nikakvu posebnu opremu i te operacije leta izvode vertikalno s prikladnim jako malim prostorom za polijetanje i slijetanje ili čak i iz ruku čovjeka. Zato se često koriste u slučajevima gdje je potrebno brzo reagirati i što prije lansirati dron u zrak.

2.2.3. Ljudski čimbenik

To je najbitniji element sustava bespilotnih letjelica. Čovjek je potreban u određenoj mjeri kako bi upravljao operacijama dronova. Kako vrijeme napreduje i tehnologija se

usavršava ljudska uloga se smanjuje. Jedan od primjera je pojava automatizacije. Unatoč tome čovjek je i dalje odgovoran za krajnju sigurnost, kako u komercijalnim letovima tako i u operacijama dronova.[18]

2.2.4. Korisni teret

Većina dronova je napravljeno za izvršavanje neke misije te zbog toga zahtijevaju da osim svoje osnovne mase mogu ponijeti i određeni korisni teret. Korisni teret može biti oprema za nadzor, komunikaciju, razni senzori te za dostavu oružja ili nekog drugog tereta. Obično se unaprijed već zna za što će se koristiti određeni dron pa se prema tome i konstruira korisni teret za njega. Većina komercijalnih dronova zahtjeva korisni teret manji od 2,5 kg. Za misije nadzora i za zračno očitavanje pomoću senzora korisni teret dolazi u više oblika za različite misije. Stoga postoje senzori poput elektro optičkih kamera (engl. *Electro-optical* - EO), infracrvenih kamera (engl. *Infrared* - IR), radar sintetičkog otvora (engl. *Synthetic aperture radars* - SAR) ili laserski daljinomjeri te laserski označitelji meta.[19]

Optičke kamere mogu biti trajno montirane na dron pružajući fiksnu sliku ili mogu biti montirane pomoću sustava „gimbal“, koji pruža unaprijed određen raspon pokreta kamere obično u dvije osi, horizontalnoj i vertikalnoj. Neki „gimbali“ su opremljeni izolacijom protiv vibracija kako bi se vibracije drona smanjile na kamere te da kamera ima što kvalitetniju sliku. Izolacija može biti izvedena pomoću elastičnih tj. gumenih okvira ili putem elektroničkog sustava stabilizacije žiroskopa.[20]

Elektro-optičke kamere imaju takav naziv jer koriste elektroniku kako bi zumirale i fokusirale sliku. Koriste se tokom dnevnih sati u spektru vidljive svjetlosti jer tada imaju najbolju kvalitetu slike i videa. Većina dronova s EO kamerama koriste objektive za usko do srednje vidno polje dok dronovi s većom kamerom mogu koristiti senzore za široko i jako široko vidno polje.[21]

Infracrvene kamere funkcioniraju u infracrvenom opsegu elektromagnetskog spektra (otprilike 1-400 THz). Stvaraju sliku pomoću IR ili toplinskog zračenja. Postoje dvije vrste IR kamera. Jedna koristi hlađenje, dok druga ne. Hlađene kamere su obično skuplje i teže, ali

[18] Barnhart R. K., Hottman S.B., Marshall D. M., Shappee E. Introduction to Unmanned Aircraft Systems: Boca Raton, CRC Press; 2012.
[19] Ibid.
[20] Ibid.
[21] Ibid.

pružaju kvalitetniju sliku. Moderne hlađene kamere koriste „cryocooler“ kako bi kontrast bio što bolji. Ne hlađene kamere uglavnom se koriste za dugovalni infracrveni pojas. Primjer jedne EO/IR kamere se vidi na slici 10.[22]



Slika 10. Cloud Cap Technology Tase 200 EO/IR kamera s gimbal-om

Izvor: Barnhart R. K., Hottman S.B., Marshall D. M., Shappee E. Introduction to Unmanned Aircraft Systems: Boca Raton, CRC Press; 2012.

Laserski daljinomjer koristi laserske zrake da bi odredio udaljenost nekog objekta, a laserski označitelj koristi laserske zrake kako bi označio metu. No nedostatak laserskog označitelja meta je taj što prilikom kiše, oblaka, prašine ili dima nije precizan. Laser se također može apsorbirati s posebnim bojama te krivo ili uopće ne reflektirati prilikom ciljana u staklo.[23]

2.2.5. Komande i kontrole

Već ranije je spomenuto da je autonomni dron takve vrste da unaprijed isplaniranom rutom i instrukcijama obavlja svoju misiju bez intervencije čovjeka tj. operatora. Postoji više razina autonomnosti. Od slučaja bez autonomnosti gdje operator mora cijelo vrijeme daljinski upravljat njima do slučaja potpune autonomnosti gdje dron sve sam obavlja. U potpunoj autonomnosti dron sam polijeće i obavlja svoje zadatke te sam slijeće, dok je operator pripravan da uskoči ako zatreba promijeniti rutu ili u slučaju nužde. Mnogi mali komercijalni dronovi već koriste autopilota. Kod funkcije autopilota postoji šansa da se izgubi konekcija između drona i zemaljske stanice. U tom slučaju kod većine autopilota postoji sigurnosna

[22] Barnhart R. K., Hottman S.B., Marshall D. M., Shappee E. Introduction to Unmanned Aircraft Systems: Boca Raton, CRC Press; 2012.
[23] Ibid.

značajka da izvrši „postupak izgubljene veze“. Većina takvih procedura uključuje kreiranje profila leta (poput visine, brzine i rute) koji se stavlja u memoriju sustava prije nego se dron lansira. U ostalim slučajevima autopilota kod gubitke konekcije dron se pokušava vratiti na prvu putnu točku te traži pouzdani signal kako bi povratio konekciju sa zemaljskom stanicom. Također može lebdjeti čekajući da operator reagira ili se dići na veću visinu kako bi povratio konekciju. U svakom slučaju najbitnije je sigurno sletjeti.[24]

Zemaljska kontrolna stanica može biti na zemlji ili na moru te omogućuje ljudsku kontrolu drona. Mogu biti male kao npr. ručni odašiljač za operatora, dok za neke dronove postoje velike zemaljske stanice u kojima radi više osoba tj. operatora. Kako izgleda velika zemaljska stanica, može se vidjeti na slici 11., dok se primjer male zemaljske stanice može vidjeti na slici 12.



Slika 11. Američka zemaljska stanica sustava bespilotnih letjelica

Izvor: https://www.stripes.com/mccaskill-drone-pilot-stress-is-unprecedented-1.354681

[24] Barnhart R. K., Hottman S.B., Marshall D. M., Shappee E. Introduction to Unmanned Aircraft Systems: Boca Raton, CRC Press; 2012.

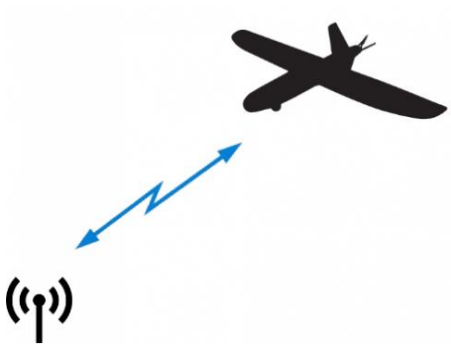


Slika 12. Ručni odašiljač tj. zemaljska stanica sustava bespilotnih letjelica

Izvor: http://www.ukrspecsystems.com/pc-1/

2.2.6. Komunikacijska podatkovna veza

Podatkovna veza je termin koji se koristi kod prijenosa informacija od jedne do druge točke. Podatkovna veza za sustav bespilotnih letjelica se koristi kako bi se povezao dron sa zemaljskom kontrolnom stanicom (engl. *Ground Control Station* - GCS) čija se ilustracija može vidjeti na slici 13.[25]



Slika 13. Communication Data Link

Izvor: https://www.uavnavigation.com/company/blog/uav-navigation-depth-external-datalink-selection

Podatkovna veza se sastoji od dva segmenta:[26]

- *„uplink"*- koristi se za prijenos komandi od GCS do autopilota
- *„downlink"*- koristi se za prijenos informacija od autopilota do GCS.

[25] https://www.uavnavigation.com/company/blog/uav-navigation-depth-external-datalink-selection
[26] Ibid.

Stoga mora postojati radio modem u dronu i u zemaljskoj stanici. Zajedno rade na istoj frekvenciji i najčešće oba imaju mogućnost slanja i primanja informacija.

Također postoje tri vrste podatkovne veze:[27]

- *Simplex*- komunikacija u jednom smjeru (npr. od GCS do autopilota)
- *Half Duplex*- komunikacija u oba smjera, ali ne istovremeno
- *Full Duplex*- istovremena komunikacija u oba smjera

Podatkovna veza može koristi različite radio frekvencije koje ovise o namijenjenoj svrsi sustava bespilotne letjelice. Isto tako su te frekvencije strogo kontrolirane i regulirane u svakoj državi posebno.[28]

2.3. Klasifikacija dronova

Postoje mnogo vrsta dronova te se oni mogu klasificirati prema njihovim karakteristikama i performansama, a glavna podjela dronova je prema namjeni:

- *Civilni*- dijeli se na komercijalni i privatni
- *Vojni*

Ne vrijedi pojedini zakon isto za svaki dron. Stoga je cilj klasifikacije dronova taj da bi se lakše i učinkovitije mogao provoditi zakon i regulativa o uporabi dronova te da bi dizajneri, proizvođači i budući korisnici mogli dizajnirati, napraviti i koristiti dronove u skladu sa svojim potrebama. Postoje razne podjele prema karakteristikama i performansama dronova.

Prva podjela je po kategorijama vlastitih masa kako je prikazano u tablici 1. Većina dronova pripada u prilično lagane kategorije dok su samo par njih preko 2 tone što pripada u super tešku kategoriju.[29]

[27] https://www.uavnavigation.com/company/blog/uav-navigation-depth-external-datalink-selection
[28] Ibid.
[29] Arjomandi M. Classification of Unmanned Aerial Vehicles: Adelaide; 2008.

Tablica 1. Klasifikacija dronova po masi

Klasifikacija po masi		
Oznaka	Raspon mase	Primjer
Super teški	>2.000 kg	Global Hawk
Teški	200-2.000 kg	A-160
Srednji	50-200 kg	Raven
Lagani	5-50 kg	RPO Midget
Mikro	<5 kg	Dragon Eye

Izvor: Arjomandi M. Classification of Unmanned Aerial Vehicles: Adelaide; 2008.

Dolet i istrajnost su usko povezani, pa stoga ako dron može više vremena provesti u zraku logično je i da ima veći dolet. Dolet je jako bitan dizajnerima kako bi mogli odrediti koliki dolet dron mora imati da bi udovoljio zahtjevima namijenjene mu misije. Također to pokazuje koliko često dron mora slijetati radi punjenja i koliko dugo može obavljati svoju zadaću. Podjela prema istrajnosti i doletu je prikazana u tablici 2.[30]

Tablica 2. Klasifikacija dronova po doletu i istrajnosti

Dolet i istrajnost			
Kategorija	Dolet	Istrajnost	Primjer
Visoko	>1.500 km	>24 sati	Predator B
Srednji	100-400 km	5-24 sati	Silver Fox
Niski	<100 km	<5 sati	Pointer

Izvor: Arjomandi M. Classification of Unmanned Aerial Vehicles: Adelaide; 2008.

Zatim je u tablici 3. prikazana klasifikacija dronova po maksimalnoj visini leta tj. plafonu leta. Plafon leta je bitan posebno u vojnoj primjeni kada bi dronovi trebali letjeti na što većim visinama kako ih neprijatelji ne bi mogli uočili i srušiti. Također je važno i za dronove koji izviđaju i slikaju teren kako bi mogli obuhvatiti što veći dio površine. Najveći postotak dronova pripada u srednju kategoriju. Za visoku kategoriju postoji opasnost od sudara s drugim vojnim i komercijalnim avionima pa je uveden sustav za izbjegavanje sudara i u dronove koji lete na takvim prometnim visinama.[31]

[30] Arjomandi M. Classification of Unmanned Aerial Vehicles: Adelaide; 2008.
[31] Ibid.

Tablica 3. Klasifikacija po maksimalnoj visini leta

Klasifikacija po maksimalnoj visini leta (plafon)		
Kategorija	Maksimalna visina	Primjer
Niska	<1.000 m	Pointer
Srednja	1.000-10.000m	Finder
Visoka	>10.000m	Darkstar

Izvor: Arjomandi M. Classification of Unmanned Aerial Vehicles: Adelaide; 2008..

Kako bi se izračunalo opterećenje krila ukupna masa drona se podijeli s površinom krila. Podjela dronova po opterećenju se vidi u tablici 4.[32]

Tablica 4. Klasifikacija po opterećenju krila

Klasifikacija po opterećenju krila		
Kategorija	Opterećenje krila [kg/m²]	Primjer
Nisko	<50	Seeker
Srednje	50-100	X-45
Visoko	>100	Global Hawk

Izvor: Arjomandi M. Classification of Unmanned Aerial Vehicles: Adelaide; 2008.

Na kraju je napravljena podjela dronova po vrsti motora te njihovi primjeri:[33]

- *Dvotaktni*- Pioneer
- *Turbo ventilatorski*- Global Hawk
- *Klipni*- Predator
- *Rotacioni*- Shadow
- *Elisno-mlazni*- Predator B
- *Push-pull* (kombinacija propelera koji vuče i propelera koji gura)- Hunter
- *Električni*- Dragon Eye
- *Propeler*- Sperwer

Najčešći motori u uporabi kod dronova su električni i klipni. Manji dronovi najviše koriste električne dok veći i vojni najviše koriste klipne motore. Najčešće je pravilo da što je veći dron povećava se i veličina njegovog motora koji ga pokreće te pravilno izabran motor može povećati istrajnost i dolet drona.[34]

[32] Ibid.
[33] Arjomandi M. Classification of Unmanned Aerial Vehicles: Adelaide; 2008.
[34] Ibid.

Na slici 14. je prikazan dron „Global Hawk“, koji je specifičan zbog toga što je najveći i pripada u sve visoke kategorije podjele dronova po karakteristikama i performansama. S masom od šest tona i maksimalnom uzletnom masom od oko 15 tona pripada u super tešku kategoriju te sa malo manje od 23 000 km doleta i više od 34 sata istrajnosti pripada u visoku kategoriju. Isto tako pripada u visoku kategoriju po maksimalnoj visini leta od oko 18 km. Pogoni ga turbo ventilatorski Rolls Royce motor.[35]



Slika 14. Global Hawk

Izvor: https://www.af.mil/About-Us/Fact-Sheets/Display/Article/104516/rq-4-global-hawk/

[35] https://www.af.mil/About-Us/Fact-Sheets/Display/Article/104516/rq-4-global-hawk/

3. PREGLED REGULATIVE O UPORABI DRONOVA

Općenito u zračnom prometu pojam upravljanja letjelicom je bio da pilot upravlja letjelicom unutar nje, a ne udaljen daljinski. No kroz povijest se to počelo mijenjati, najprije u vojnoj uporabi, a u zatim i u civilnoj uporabi. Primjena bespilotnih letjelica može pružiti mnoge prednosti i poboljšanja u civilnoj uporabi. Kako su tokom godina u vojnoj svrsi već našli mnogo primjena koje su dale puno poboljšanja vojsci tako se mogu razviti puno novih i boljih primjena dronova u civilne svrhe koja će donijeti poboljšanja sigurnosti i efikasnosti u cijelom civilnom zrakoplovstvu.

Prema tome, sve većom i novijom primjenom bespilotnih letjelica se postavljaju važna tehnička i operativna pitanja. Sigurna implementacija dronova u zračni prostor će biti dugoročna aktivnost, a eksperti će se pozabaviti raznim pitanjima poput licenciranja i medicinske kvalifikacije operatora dronova. Također se mora uspostaviti tehnologija sustava za detektiranje i izbjegavanje, spektar frekvencije (uključujući zaštitu od nenamjernog ili nezakonitog uplitanja), standardni za odvajanje dronova od ostalih letjelica te razviti snažan regulatorni okvir.[36]

Na globalnoj tj. svjetskoj razini djeluje Međunarodna organizacija za civilno zrakoplovstvo (engl. *International Civil Aviation Organization* - ICAO). Pod najbitnija regionalna područja pripadaju Europa i SAD, što je spomenuto u nastavku rada. Na području Europske unije zadužena je Europska komisija (engl. *European Commission* - EC) te organizacije Europska agencija za sigurnost zrakoplovstva (engl. *European Aviation Safety Agency* - EASA), EUROCONTROL te Vlast civilnog zrakoplovstva (engl. *Civil Aviation Authority* - CAA) za Veliku Britaniju. Za Sjedinjene Američke Države (engl. *United States of America* - USA) je nadležna Savezna uprava za civilno zrakoplovstvo (engl. *Federal Aviation Administration* - FAA). U Hrvatskoj su za primjenu bespilotnih letjelica nadležni vlada RH, Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture te Hrvatska agencija za civilno zrakoplovstvo (engl. *Croatian Civil Aviation Agency* - CCAA).

3.1. Globalna regulativa o uporabi dronova

Za globalnu tj. svjetsku regulativu o uporabi dronova zadužen je ICAO. „Cilj ICAO-a je pružiti temeljni regulatorni okvir kroz standarde i preporučene prakse (engl. *Standards and*

[36] ICAO. Unmanned Aircraft Systems (UAS): Canada, Cir 328; 2011.

Recommended Practices - SARPs), uz podršku postupaka za usluge u zračnoj plovidbi (engl. *Procedures for Air Navigation Services* - PANS) i materijala za usmjeravanje. Svrha SARPs-a i PANS-a te materijala za usmjeravanje je poduprijeti rutinske operacije sustava bespilotnih letjelica širom svijeta na siguran, usklađen i nesmetan način usporediv s operacijama letjelica s posadom na letu."[37]

Kako ICAO navodi: „Bespilotna letjelica je avion bez pilota unutar letjelice koja je upravljana i u cijelosti kontrolirana s udaljenog drugog mjesta (sa zemlje, druge letjelice ili iz svemira) ili programirana i potpuno autonomna. U budućnosti će se moći integrirati samo daljinski upravljane letjelice u sustav međunarodnog civilnog zrakoplovstva. Funkcije i odgovornosti udaljenog pilota su od velike važnosti za siguran i predvidljiv rad letjelice prilikom interakcije s drugim civilnim zrakoplovima i sustavom upravljanja zračnim prometom (engl. *Air Traffic Management* - ATM). Potpuno autonomni dronovi, bespilotni slobodni baloni i druge letjelice s kojim se ne može upravljati u realno vrijeme tijekom leta nisu još razmatrane za uvođenje u sustav međunarodnog civilnog zrakoplovstva."[38]

U širem smislu uvođenjem dronova ne mijenjaju se nikakve razlike između modela letjelice (samo za rekreaciju) i letjelice. Također ICAO priznaje sve kategorije letjelica poput balona, helikoptera, aviona i jedrilica te nebitno da li je pilot na letu ili ne.[39]

Uvođenjem dronova većina pojmova u općoj uporabi će ostati nepromijenjeni. Tako će pojam „operator" značiti isto, dok se pojam „kontrolor" odnosi samo na kontrolora zračnog prometa. Funkcija pilota će ostati ista unatoč tome da li je pilot na letu ili ne, no da bi se napravila razlika, za dronove će se pojam „pilot" promijeniti u „udaljeni pilot" (tj. pilot na daljinu).[40]

„Procjene ICAO-a su da u budućnosti dronovi neće moći prevoziti putnike za naknadu. Takve procjene se direktno odnose na mnoge standardne i preporučene prakse, sadržane u Annex-u 6 i Annex-u 8, kao što su korištenje pojaseva, sigurnosnih pojaseva tijekom polijetanja i slijetanja od strane posade, značajki vjetrobranskog stakla i opreme za hitne slučajeve. Razumijevajući da postoji mogućnost da se u budućnosti koriste dronovi za prijevoz ljudi,

[37] ICAO. Unmanned Aircraft Systems (UAS): Canada, Cir 328; 2011.
[38] Ibid.
[39] Ibid.
[40] Ibid.

prema tome će se uskladiti i razvoj standarda i preporučenih praksi od strane ICAO-a ako i kada za to dođe vrijeme“.[41]

„Glavni cilj regulacije zrakoplovstva je postići i održavati najveću moguću razinu sigurnosti. U slučaju dronova se to odnosi na osiguravanje sigurnosti svih dugih korisnika zračnog prostora te isto tako svih ljudi i imovine na zemlji“.[42]

Većina dronova se koristi u privremeno izdvojenim zračnim prostorima kako bi se spriječila opasnost od drugih letjelica. Za implementaciju dronova u neizdvojena zračna područja i na aerodromima mora se prvo razviti regulativa koja će pružiti najmanje istu razinu sigurnosti kao i letenje u izdvojenim zračnim prostorima. Razvitak potrebne regulative je spor proces jer je bitno prikupljanje podataka kako bi se uopće razumjele karakteristike dronova te prikupljanje i dijeljenje svih poznatih podataka na pravilan i transparentan način će ubrzati razvoj standarda međunarodnog civilnog zrakoplovstva.[43]

Ključni faktor za uvođenje dronova u neizdvojene zračne prostore je taj da dronovi moraju imati mogućnost postupati i reagirati identično kao i ostale letjelice s ljudskom posadom na letu. Isto tako je bitno licenciranje osoblja koje upravlja s dronovima. Dronovi moraju imati ugrađene uređaje za detektiranje i izbjegavanje, komande i kontrole te komunikaciju s kontrolorima zračnog prometa i prevenciju nepoznatog ili nezakonitog ometanja. Kako su automatski sustavi sve više razvijaju, a posebno u kategoriji transportnih letjelica, bitno je da sve aktivnosti svih letjelica, pa tako i dronova, nadzire u svakom trenutku pilot.[44]

3.2. Regulativa o uporabi dronova u Sjedinjenim Američkim Državama

U Sjedinjenim Američkim Državama letenje dronom je legalno, ali u skladu s uvjetima regulative o uporabi dronova od FAA.[45]

U slučaju da strani državljanin želi letjeti svojim dronom u SAD-u tada se mora:[46]

- Registrirati svoj dron preko FAA (bilo da je riječ o poslu ili vlastita zabava)

[41] ICAO. Unmanned Aircraft Systems (UAS): Canada, Cir 328; 2011.
[42] Ibid.
[43] Ibid.
[44] Ibid.
[45] https://uavcoach.com/drone-laws-in-united-states-of-america/
[46] Ibid.

- Poštovati pravila za rekreacijsko/hobi letenje u slučaju letenja radi vlastite zabave
- U slučaju poslovnog letenja mora se dobiti certifikat od FAA i pridržavati se pravila za komercijalno letenje
- U slučaju da se putuje po SAD-u sa svojim dronom moguće ga je nositi sa sobom ali ga se može ponijeti samo u ručnoj prtljazi, a ne u predanoj

Najvažnija općenita pravila za letenje dronom u SAD-u iz vlastite zabave:[47]

- Smije se letjeti isključivo vezano za hobi ili rekreaciju
- Mora se registrirati dron preko FAA
- Dronom se smije letjeti u vidokrugu tj. dokle ga se može vizualno vidjeti
- Mora se pridržavati sigurnosnih smjernica zajednice te letjeti unutar programa nacionalne organizacije utemeljene na zajednici (engl. Commu*nity-based Organization* - CBO) kao AMA (engl. *Academy of Model Aeronautics*)
- Smije se letjeti dronom mase manje od 25 kg, osim ako nije certificiran od organizacije utemeljene na zajednici
- Nikad se ne smije letjeti blizu drugih letjelica
- U slučaju letenja unutar 8 km od aerodroma mora se unaprijed obavijestiti aerodrom i kontrolni toranj zračne plovidbe
- Nikad se ne smije letjeti u blizini bilo kakvih hitnih intervencija

Najvažnija općenita pravila za letenje dronom u SAD-u u slučaju poslovnog letenja:[48]

- Mora se imati dozvola za udaljenog pilota dobivena od strane FAA kako bi se moglo letjeti komercijalno
- Mora se registrirati dron preko FAA
- Dron smije imati najveću masu od 25 kg uključujući korisni teret pri uzlijetanju
- Smije se letjeti samo u zračnom prostoru klase G
- Dron mora stalno biti u vidokrugu udaljenog pilota*
- Smije se letjeti do najviše 120 m visine*
- Smije se letjeti samo danju ili u sumrak*

[47] Ibid.
[48] Ibid.

- Maksimalna brzina kojom se može letjeti je 160 km/h*
- Pravo puta imaju uvijek letjelice s posadom na letu*
- Ne smije se letjeti dronom direktno preko ljudi*
- Ne smije se upravljati dronom iz vozila koje se kreće, osim u rijetko naseljenom području*

Restrikcije označene sa zvjezdicom (*) se mogu odbaciti u slučaju da se podnese zahtjev i dobije „Part 107 waiver“ od strane FAA. Također se može zaobići i restrikcija da se smije letjeti samo u klasi G tako da se prvo prijavi te dobije posebno odobrenje zračnog prostora od strane FAA.[49]

Kako bi se koristio dron za komercijalnu upotrebu u SAD-u mora se dobiti potvrda od FAA za pilota na daljinu. Kako bi se postao po prvi put pilot na daljinu osoba mora:

- Znati čitati, pričati, pisati i razumjeti engleski
- Biti u dobrom fizičkom i mentalnom stanju kako bi sigurno upravljao dronom
- Imati 16 ili više godina
- Položiti početni zrakoplovni test znanja

Pilot mora uvijek imati uz sebe certifikat pilota na daljinu kada izvodi operacije dronom. Certifikat vrijedi dvije godine te se nakon svake dvije godine mora ponovno polagati test znanja kako bi se produžio certifikat.[50]

3.3. Europska regulativa o uporabi dronova

„Dana 11. lipnja 2019. godine objavljena su europska pravila o dronovima od strane komisije za delegiranje regulacije (engl. *Commission Delegated Regulation* - CDR) (EU) 2019/945 i komisije za provedbu regulacije (engl. *Commission Implementing Regulation* – CIR) (EU) 2019/947 kako bi se osigurala sigurnost i zaštita prilikom operacija dronova diljem Europe.“[51]

Izvršni direktor EASA-e, Patrick Ky, rekao je: „Europa će biti prva regija u svijetu koja će imati kompletni skup pravila kako bi se osigurala sigurnost, zaštita i održive operacije

[49] https://uavcoach.com/drone-laws-in-united-states-of-america/
[50] https://www.faa.gov/uas/commercial_operators/become_a_drone_pilot/
[51] https://www.easa.europa.eu/newsroom-and-events/press-releases/eu-wide-rules-drones-published

dronova, kako komercijalnih tako i iz zabave. Zajednička pravila će pomoći poticanju ulaganja, inovacije i rasta u ovom obećavajućom sektoru."[52]

Donesena pravila pomažu operaterima dronova da što bolje razumiju što je dopušteno a što ne, bilo da ih koriste u rekreacijske ili poslovne svrhe. Ako se dron registrirao u nekoj od europskih zemalja, dopušteno mu je korištenje unutar svih ostalih zemalja Europske unije.

Nova pravila uključuju tehničke i operacijske zahtjeve dronova. Definiraju sposobnosti koje dron mora imati kako bi sigurno letio. Npr. dronovi će se morati moći zasebno identificirati dopuštajući nadležnim vlastima da ih prate ukoliko je potrebno. Godine 2018., zbog prilaska više dronova području preblizu uzletno sletne staze, prekinut je promet na aerodromu Gatwick. Posljedica je bila oko 1 000 otkazanih letova koji su utjecali na putovanja više od 100 000 putnika.[53] Upravo zbog tog događaja cilj je spriječiti da se dogode takve i slične situacije u budućnosti. Isto tako pravila se odnose na bilo koji tip operacija, od onih koji ne zahtijevaju prethodno odobrenje nadležnih vlasti, do onih koji trebaju imati certificirane letjelice i operatore, isto kao i minimalne zahtjeve treninga pilota na daljinu. Nova pravila će zamijeniti postojeća nacionalna pravila unutar zemalja članica Europske unije. Spomenuta pravila su stupila na snagu 1. srpnja 2019. godine, no zemlje članice EU i operatori imaju godinu dana za prilagodbu i provedbu istih. Dronovi će se morati registrirati u zemlji članici EU gdje je prebivalište operatora ili gdje je glavno poslovno sjedište (u slučaju za komercijalne svrhe).

EASA će uskoro objaviti uputstva za uporabu i prijedlog za dva standardna scenarija kako bi omogućili operatorima dronova da se lakše uklope u nova pravila. Na kraju 2019. godine EASA će iznijeti prijedlog Europskoj komisiji za regulaciju korištenja U-prostora kako bi omogućili složenije operacije dronova s visokim stupnjem automatizacije. U-prostor obuhvaća brojne usluge koje se temelje na visokom stupnju digitalizacije i automatizacije funkcija i specifičnih procedura dizajniranih da omogućavaju siguran, efikasan i zaštićen pristup zračnom prostoru za veliki broj dronova.[54] Navedeni prostor odnosi se na visinu do 150 m koja

[52] https://www.easa.europa.eu/newsroom-and-events/press-releases/eu-wide-rules-drones-published
[53] https://www.theguardian.com/uk-news/2018/dec/20/tens-of-thousands-of-passengers-stranded-by-gatwick-airport-drones
[54] https://www.sesarju.eu/index.php/U-space

će biti temelj za razvoj jakog i dinamičkog europskog tržišta usluga.[55] U-prostor je dizajniran da bi olakšao tj. pojednostavio bilo kakve rutinske operacije u svim klasama zračnog prostora i svim vrstama okruženja. I u slučajevima zagušenja zračnog prostora mora postojati komunikacija sa civilnim zrakoplovstvom i kontrolom zračnog prometa.[56]

Dana 24. svibnja 2019. godine Europska komisija je prihvatila zakone Europske unije kako bi povećala sigurnost operacija dronova na području cijele Europe te svih ljudi na zemlji i u zraku. Ta pravila se primjenjuju za komercijalne operacije dronova i za operacije dronova u svrhu zabave. Povjerenica za promet, Violeta Bulc je rekla: „Europa će sada imati najunaprjeđenija pravila širom svijeta. Ona će utemeljiti put ka sigurnim, zaštićenim i ekološki prihvatljivim letovima dronova. Isto tako pruža jednostavnost poslovnom sektoru i inovatorima dronova diljem Europe.“[57] Ta pravila će zamijeniti postojeća nacionalna pravila članica Europske unije te će osim sigurnosti sadržavati i važne temelje za smanjenje sigurnosnog rizika povezanog s dronovima. Sve nacionalne vlasti će imati odobrenje za sprječavanje zlouporabe ili nezakonitih aktivnosti dronova kroz registraciju operatora, daljinsku identifikaciju i definiciju geografskih zona. Od 2020. godine svi operatori dronova će morati biti registrirani od strane nacionalnih vlasti. Zemlje članice će moći definirati tzv. „zone bez leta“ putem satelitske Geo lokacije gdje dronovi neće smjeti prometovati.[58]

Na sljedećoj „High Level Conference on Drones 2019“ koja se održava 5.-og i 6.-og prosinca 2019. godine EASA će pružiti priliku za raspravu o novim pravilima i nadolazećim regulativnim prijedlozima u dubinu. Jedna od tema je „Scaling drone operations“ na kojoj će se susresti regulatorna tijela i stručnjaci u toj industriji iz cijelog svijeta da bi raspravljali o razvoju zajedničkog europskog tržišta za dronove.[59]

3.4. Nacionalna regulativa o uporabi dronova

Nacionalna tj. državna regulativa o uporabi dronova odnosi se na zakone i pravila o uporabi dronova pojedine države. Svaka država u kojoj se primjenjuju letovi bespilotnim letjelicama ima i svoje propise, osim što je globalno i regionalno definirano. „U Hrvatskoj je upotreba dronova sve češća, pa potencijalni operatori moraju biti svjesni odgovornosti kako

[55] https://europa.eu/rapid/press-release_IP-17-1605_en.htm
[56] https://www.sesarju.eu/index.php/U-space
[57] https://ec.europa.eu/transport/modes/air/news/2019-05-24-rules-operating-drones_en
[58] Ibid.
[59] https://www.easa.europa.eu/newsroom-and-events/press-releases/eu-wide-rules-drones-published

bi se osigurala sigurnost. Dronovi i modeli zrakoplova su bespilotni zrakoplovi koji su namijenjeni za izvođenje letova bez pilota u zrakoplovu, koji je ili daljinski upravljan ili programiran i autonoman.“[60]

U Hrvatskoj vrijede slijedeći propisi:[61]

- *Pravilnik o sustavima bespilotnih letjelica*
- *Pravilnik o letenju zrakoplova*
- *Uredba (EU) br. 923/2012*
- *Uredba (EU) br. 376/2014*
- *Zakon o zračnom prometu*
- *Pravilnik o upravljanju zračnim prostorom*

U pravilniku o sustavima bespilotnih letjelica propisuju se uvjeti za sigurnu uporabu bespilotnih letjelica operativne mase maksimalno 150 kg te uvjeti koje moraju zadovoljavati osobe koje upravljaju tim bespilotnim letjelicama. Odredbe se ne primjenjuju na dronove koje obavljaju vojne, policijske, carinske, gašenje požara i slične aktivnosti u javnom interesu te na dronove koji se koriste u zatvorenim prostorima. Ovaj pravilnik je stupio na snagu 15. prosinca 2018. godine.[62]

Dronovima u Hrvatskoj je dopušteno letenje:[63]

- Danju
- U nekontroliranom zračnom prostoru do visine 120 m od razine tla ili 50 m iznad prepreke, ovisno što je više
- U kontroliranom zračnom izvan prostora polumjera 5 km od referentne točke aerodroma do visine od 50 m od razine tla
- Na najmanjoj udaljenosti od 3 km od rubova i praga uzletno sletne staze (USS) nekontroliranog aerodroma, osim kada je drukčije određeno
- Na najmanjoj horizontalnoj udaljenosti od 50 m od skupine ljudi, osim ako dron ne sudjeluje na određenoj priredbi

[60] https://www.ccaa.hr/hrvatski/opcenito_367/
[61] https://www.ccaa.hr/hrvatski/cesto-ponavljana-pitanja_377/
[62] Narodne novine: Pravilnik o sustavima bespilotnih letjelica. Narodne novine d.d. 104, Zagreb, 2018.
[63] Ibid.

- Ako je horizontalna udaljenost od ljudi koji nisu uključeni u aktivnosti drona veća od visine leta drona i veća od 5 m kada je dron max. brzine 3m/s te veća od 30 m u ostalim slučajevima
- Kada je unutar vidnog polja pilota na daljinu
- Uz uspostavu *ad hoc* strukture u skladu s primjenjivim propisom

U slučaju korištenja dronova za potrebe rekreacije i sporta dopušteno je izvođenje leta koristeći prikaz pogleda kamerom s drona i letenje samo u nenaseljenom području. Nije dopušteno prevoziti opasnu robu, teret, ljude i životinje te izbacivati predmete tijekom leta i letjeti iznad skupine ljudi.[64]

S obzirom na propisane dužnosti i odgovornosti pilota na daljinu on mora:[65]

- Cijelo vrijeme upravljati dronom na siguran način, da ne predstavlja nikakvu opasnost po ljude i imovinu na tlu i zraku te da ne remeti javni red i mir
- Upravljati dronom u skladu s propisima, letačkim priručnikom ili uputama za upotrebu i operativnim priručnikom, kada je primjenjivo
- Prije leta provjeriti ispravnost drona
- Provjeriti da li je dron označen u skladu s propisima
- Osigurati područje uzlijetanja i slijetanja
- Prikupiti sve potrebne informacije za planirani let te se uvjeriti da su meteorološki i ostali uvjeti za područje leta sigurni
- Osigurati da je sva oprema ili teret na dronu dobro pričvršćena kako ne bi ispala tijekom leta
- Prilikom polijetanja i slijetanja dron mora sigurno nadvisiti sve prepreke
- Stalno promatrati područje leta kako ne bi doveo u opasnost druge zrakoplove
- Uvijek dati prednost zrakoplovu

Pilot na daljinu ne smije upravljati istovremeno s više dronova te unutar područja gdje se izvodi hitna intervencija. Kada se leti noću dron mora biti opremljen svjetlima koja

[64] Narodne novine: Pravilnik o sustavima bespilotnih letjelica. Narodne novine d.d. 104, Zagreb, 2018.
[65] Ibid.

omogućuju utvrđivanje orijentacije drona u prostoru. Ta svjetla moraju biti vidljiva cijelo vrijeme pilotu na daljinu.[66]

Dužnosti i odgovornosti operatora su:[67]

- Letačke operacije se moraju obavljati sukladno s propisima, letačkim priručnikom ili uputama za upotrebu i operativnim priručnikom, kako je primjenjivo
- Da se letače operacije obavljaju na siguran način, da ne predstavljaju opasnost po ljude i imovinu na tlu i u zraku te da ne narušavaju javni red i mir
- Da je pilot na daljinu dobio pravilne upute, dokazao svoje sposobnosti za izvođenje letačke operacije te da je svjestan svoje odgovornosti i povezanih svih zadaća s operacijom

Operator isto tako mora uspostaviti sustav izvješćivanja o događajima povezanim sa sigurnošću u zračnom prometu u skladu s propisima.[68]

U Hrvatskoj postoji pet kategorija letačkih operacija za dronove. To su kategorije A, B1, B2, C1 i C2. U tablici 5. se prema kategorijama letačkih operacija klasificiraju dronovi i izvođenje letačkih operacija. U podjeli dronova dijeli se još na operativnu masu drona te najveću brzinu drona prema tehničkim specifikacijama proizvođača. Dok se u skupini izvođenje letačkih operacija nalazi dio dana i područje izvođenja operacija dronom.

[66] Narodne novine: Pravilnik o sustavima bespilotnih letjelica. Narodne novine d.d. 104, Zagreb, 2018.
[67] Ibid.
[68] Ibid.

Tablica 5. Klasifikacija dronova i izvođenja letačkih operacija po kategorijama letačkih operacija

	BESPILOTNI ZRAKOPLOV		**IZVOĐENJE LETAČKIH OPERACIJA**	
Kategorija letačkih operacija	Operativna masa bespilotnog zrakoplova	Najveća brzina bespilotnog zrakoplova prema tehničkim specifikacijama proizvođača	Dio dana	Područje izvođenja operacija
A	**OM < 250 g**	< 19 m/s	Danju i/ili noću	Naseljeno i/ili nenaseljeno područje
B1	**250 g ≤ OM ≤ 900 g**	< 19 m/s	Danju	Nenaseljeno područje
B2	**OM < 5 kg**	Nije primjenjivo	Danju i/ili noću	Naseljeno i/ili nenaseljeno područje
C1	**5 kg ≤ OM < 25 kg**	Nije primjenjivo	Danju	Nenaseljeno područje
C2	**5 kg ≤ OM ≤ 150kg**	Nije primjenjivo	Danju i/ili noću	Naseljeno i/ili nenaseljeno područje

Izvor: Narodne novine: Pravilnik o sustavima bespilotnih letjelica. Narodne novine d.d. 104, Zagreb, 2018.

U tablici 6. je prikazana isto tako podjela prema kategorijama letačkih operacija, ali u odnosu na zahtjeve pilota na daljinu i zahtjeve operatora. U skupini zahtjevi pilota na daljinu dijeli se opet prema minimalnoj dobi te da li je potrebno polaganje teorijskog/praktičnog ispita. U skupini zahtjeva operatora se nalazi podskupina da li postoji obaveza evidentiranja/odobrenja operatora te podskupina da li je potrebna dokumentacija operatora.

Tablica 6. Klasifikacija zahtjeva za pilota na daljinu i zahtjeva za operatora prema kategorijama letačkih operacija

	ZAHTJEVI ZA PILOTA NA DALJINU		**ZAHTJEVI ZA OPERATORA**	
Kategorija letačkih operacija	Minimalna dob	Polaganje teorijskog/praktičnog ispita	Obaveza evidentiranja/ odobrenja operatora	Dokumentacija operatora
A	Nije primjenjivo	Nije primjenjivo	Nije primjenjivo	Nije primjenjivo
B1	14 godina starosti, ili manje od 14 godina starosti, pod nadzorom punoljetne osobe	Nije primjenjivo	Nije primjenjivo	Nije primjenjivo
B2	16 godina	Nije primjenjivo	Evidencija	Nije primjenjivo
C1	18 godina	Položen teorijski ispit iz poznavanja primjenjivih zrakoplovnih propisa koji provodi Agencija	Evidencija	Nije primjenjivo
C2	18 godina	a) Položen teorijski ispit iz poznavanja primjenjivih zrakoplovnih propisa koji provodi Agencija b) Demonstracija pripreme leta i letenja	Odobrenje	a) Operativni priručnik b) Zapisi o letu c) Upravljanje rizicima

Izvor: Narodne novine: Pravilnik o sustavima bespilotnih letjelica. Narodne novine d.d. 104, Zagreb, 2018

Kontrola zračnog prometa navodi da „prilikom letačkih operacija bespilotnih zrakoplova svih kategorija u kontroliranom zračnom prostoru te prilikom letačkih operacija

svih kategorija osim kategorije A i B1 u nekontroliranom zračnom prostoru prethodno se mora pribaviti odobrenje za uspostavu *ad-hoc* strukture“.[69]

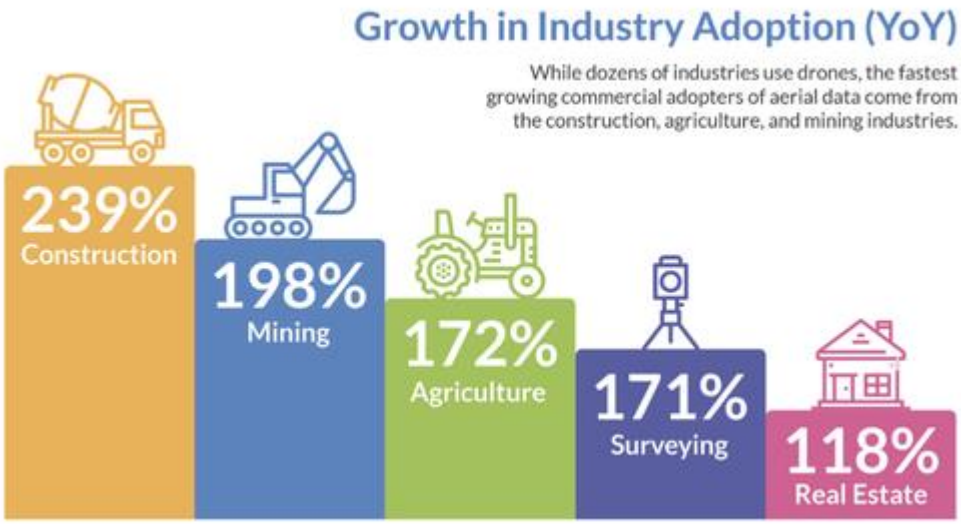
Obavezna dokumentacija pri izvođenju letačkih operacija obuhvaća:[70]

- Letački priručnik ili upute za upotrebu drona
- Potvrda o evidenciji, izvornik ili ovjerenu presliku odobrenja za izvođenje letačkih operacija, kada je primjenjivo
- Polica obaveznog osiguranja drona izdana u skladu s propisom
- Operativni priručnik, kada je primjenjivo

[69] http://www.crocontrol.hr/default.aspx?id=3504
[70] Narodne novine: Pravilnik o sustavima bespilotnih letjelica. Narodne novine d.d. 104, Zagreb, 2018.

4. PRIMJERI UPORABE DRONOVA U CIVILNE SVRHE

Kako smo već spomenuli u prethodnim poglavljima, dronovi su se prvo počeli koristiti u vojne svrhe. U zadnjem desetljeću se sve više koriste u civilne svrhe, bilo za osobne potrebe (zabavu) ili za komercijalnu (poslovnu) primjenu. Najkorišteniji su „Quadkopteri“ (4 propelera) i „Octopteri“ (8 propelera) od multi rotora te nešto manje dronovi s fiksnim krilima.



Slika 15. Statistika rasta korištenja dronova u komercijalne svrhe prikazanih djelatnosti

Izvor: https://www.dronedeploy.com/blog/rise-drones-construction-XNpCThIAACcA9X7G/

„DroneDeploy“ je jedan od vodećih softvera za dronove koji pomaže ljudima da podignu svoj posao na veću razinu. Na slici 15. je dan prikaz uporabe dronova u komercijalne svrhe u 2018. godini u odnosu na 2017. godinu. Najveće povećanje uporabe dronova je primjetan u izgradnji te zatim u rudarstvu, agrikulturi, raznim nadzorima i za snimanje nekretnina.[71] Dronovi se također koriste i za druge primjene u civilne svrhe koje će isto tako biti nabrojane i objašnjene u nastavku ovog poglavlja.

4.1. Osobna uporaba i sport

Trenutno se najviše dronova koristi za osobnu uporabu tj. zabavu i hobije. Mnogo ljudi se iz zabave utrkuju i natječu dronovima. Najčešće su to mali i lagani dronovi. Dron prikazan na slici 16. je Walkera F210 te je namijenjen za utrke. Walkera teži svega 370 g. Također je i sklopiv tako da se uvijek može lagano nositi uz sebe.

[71] https://www.dronedeploy.com/blog/rise-drones-construction-XNpCThIAACcA9X7G/



Slika 16.Dron Walkera F210 za utrke

Izvor: http://www.dronesglobe.com/guide/racing/

Najvažnije karakteristike dronova za utrke su:[72]

- *Brzina i snaga* - to je jako važno jer koliko god je pilot na daljinu izvježban te ima dobre vještine za utrke, ako nema njegov dron potrebnu brzinu i snagu teško da će pobijediti ijednu utrku.
- *Manevarske sposobnosti* - isto tako dronovi moraju biti jako okretni. Neki turniri čak i boduju trikove i posebne okretaje drona.
- *Izdržljivost* - tijekom ovakvih utrka zbog velike brzine dronovi se često znaju udariti u nešto i razbiti se te su zbog toga prijeko potrebni čvrsti i izdržljivi dijelovi drona. Najbolji i najizdrživiji okviri su od karbonskih vlakana.
- *Vrijeme leta (istrajnost)* - istrajnost drona i nije od velike važnosti pošto većina utrka traje do 5 ili 10 minuta. Puno važnije je imati bateriju koja se može brzo napuniti ili imati rezervne baterije za naredne utrke.
- *Kvaliteta kamere* - dronovi za utrke ne trebaju vrhunske 4K kamere no trebaju ispravne FPV kamere koje imaju potrebno vidno polje te dobar domet video prijenosa kako bi uspjeli prenositi uživo sliku na cijeloj stazi za utrku.

Također rastom i širenjem upotrebe You Tube-a i ostalih društvenih mreža se počinju sve više koristiti dronovi za snimanje slika i video sadržaja iz zraka. Nove tehnologije su znatno pridonijele stabilnosti, a povećana je i nosivost drona te dana mogućnost integracije kamera

[72] http://www.dronesglobe.com/guide/racing/

koje omogućuju HD (engl. *High Definition*) video snimanje u realnom vremenu. Jedan od razloga je isto da popularni „selfi“ puno bolje izgleda iz zraka i može prikazati veći broj ljudi.[73] To daje novu dimenziju i kvalitetu društvenim platformama, što je počelo primjećivati sve više ljudi. Najpoznatija i najprodavanija marka dronova za snimanje video sadržaja je DJI. Na slici 17. je prikazan dron DJI Mavic 2 Pro. Maksimalna brzina navedenog drona je 72 km/h te može letjeti do visine 6.000 m iznad razine mora. Masa je oko 900 g te iako mali može se dodatno sklopiti. Također ima ugrađeni GPS (engl. *Global Positioning System*) i GLONAS (engl. *Global Navigation Satellite System*) sustav za određivanje lokacije drona.[74]



Slika 17. Dron DJI Mavic 2 Pro

Izvor: https://www.dji.com/ee/mavic-2

Njegove najbolje odlike su:[75]

- Veliki domet koji je 8 km
- Dobra istrajnost tj. može letjeti 31 min bez slijetanja
- Kvalitetna kamera koja ima 20 MP te 4K video rezoluciju i puno izvrsnih drugih svojstava
- Dobri stabilizator kamere tj. 3-osna gimbal tehnologija koja omogućuje stabilnu sliku pri vibracijama i svakakvim uvjetima

[73] https://mydeardrone.com/uses/
[74] https://www.dji.com/ee/mavic-2/info#specs
[75] https://www.dji.com/ee/mavic-2

- Radi na 2,4 i 5,8 GHz frekvenciji
- Mala bučnost
- Autonomni sustav koji omogućuje da dron leti sam unaprijed zadanom opcijom od strane pilota na daljinu te mnogo drugih opcija koje pomažu pilotu na daljinu poput autonomnog praćenja određenog objekta, pritiskom na jednu tipku može poletjeti i sletjeti itd.
- Senzori sa svih strana drona radi izbjegavanja prepreka
- DJI pametni kontrolni upravljač pomoću kojega se može upravljati dronom te ima mnogo izvrsnih funkcija

4.2. Snimanje filmova, sportskih i drugih događaja

Razvojem dronova i kvalitetnijih kamera potpuno mijenja način snimanja filmova. Sada kamere s dronova mogu lagano snimati scene iz zraka te uhvatiti cijelu scenu posve samostalno (autonomno) s unaprijed programiranom rutom leta kojom snima određenu scenu. U posljednje vrijeme je sve više popularno snimanje filmova dronovima radi boljih efekata i lakšeg te bržeg snimanja pa su stoga u nekim od slijedećih filmova korišteni dronovi: The Wolf of Wall Street, James Bond's Skyfall, Harry Potter & The Chamber of Secrets, TV serija Game of Thrones i mnogo drugih.[76]

Trenutno je puno modela dronova dostupno na tržištu što omogućuje svim zainteresiranima (ne samo profesionalcima) da počnu snimati filmove iz zraka. Ako se želi kupiti što kvalitetniji dron sa što kvalitetnom kamerom i dodacima za digitalni video tada će i cijena toga biti puno skuplja. Jedan primjer drona za profesionalno snimanje je WALKERA QR X800 BNF. U mogućnosti je ponijeti razne akcijske kamere poput GoPro Hero 3, Walkera iLook te potpuno opremljenu DSLR (engl. *Digital Single Lens Reflex*) kameru. Može provesti u zraku do 40 min te je prikazan na slici 18.[77]

[76] https://mydeardrone.com/uses/
[77] https://www.mydronelab.com/best-pick/best-drone-for-filming.html



Slika 18. WALKERA QR X800 BNF

Izvor: https://www.pinterest.com/pin/265149496790904741

Dronovi za snimanje filmova imaju drugačije značajke od ostalih dronova. Najbitnije je da su opremljeni najkvalitetnijim kamerama, da mogu provesti u zraku 25 ili više minuta. Također su lagani te napravljeni od dugotrajnih i izdržljivih materijala. Ovi dronovi su za profesionalno snimanje filmova, ali i za ljude koji se žele baviti fotografijom i snimanjem videa iz zraka te zahtijevaju puno novaca i mnogo vještina. Pri odabiru najboljih dronova za snimanje gleda se prvenstveno kamera, zatim istrajnost, materijali, sposobnosti letenja, kontrolor za upravljanje te mogućnost prijenosa slike uživo.[78]

Dronovi se također koriste za snimanje vjenčanja i za snimanje koncerata gdje se lakše i bolje uhvate u kadar publika i pozornica te svi bitni detalji.

Dronovi će promijeniti način na koji smo gledali TV prije, a najviše za sportske događaje. U vanjskim (i nekim unutarnjim) sportovima poput NASCAR (engl. *National Association for Stock Car Auto Racing*), golfa, nogometa i drugih sve više se počinju koristiti dronovi za snimanje iz zraka. To je zato što dronovi pružaju perspektivu i pogled gledanja kakvi se ne mogu snimiti fiksnim kamerama te kamerama na šinama. Najveća prednost je što dronovi mogu lagano pratiti i uhvatiti cijeli potez ili pokret. Pošto imaju mogućnost praćenja mogu npr. izbliza snimati atletičare sa stabilizirajućom kamerom.[79]

[78] https://www.mydronelab.com/best-pick/best-drone-for-filming.html
[79] https://mydeardrone.com/uses/

Vizija produkcijskog i tehničkog Fox Sports tima je bila imati kamere na dronovima za snimanje Fox NASCAR utrka. Direktor Fox Sports-a, Artie Kempner je rekao“ da će upotrebom dronova pružiti gledateljima dinamičan prikaz utrka, nikad prije viđen u motornim utrkama.“[80] Na utrci Daytona 500 početkom 2019. godine korišten je dron DJI Inspire 2. Kasnije iste godine na utrci Talladega je korišten još bolji dron Freefly ALTA 8 s 5-osnom stabilizacijom i 8 motora kojeg se vidi na slici 19. Koristi novi proizvedeni karbonski gimbal za kameru- „Freefly MoVi Carbon“ zajedno s kamerom koja sadrži Fujinom 20-120 mm leće.



Slika 19. Freefly ALTA 8

Izvor: https://www.newscaststudio.com/2019/04/29/fox-sports-upgrades-drone-capabilities-for-nascar-coverage/

4.3. Dronovi za rudarenje

Za rudarenje se sve više koriste dronovi radi svojih brojnih prednosti od kojih su najvažniji ušteda vremena i manji troškovi. Mogućnost mapiranja pruža bolje rezultate i drastično poboljšanu fleksibilnost. Osim ostalog dronovi za rudarenje također nude mogućnost mjerenje rudnika, istraživanje minerala, praćenje zaliha i opreme te ubrzanu snimku tijeka radova kako bi se pratio napredak.[81] Primjer jednog takvog drona je mdMAPPER1000DG koji je prikazan na slici 20. U imenu drona DG je direktno Geo referenciranje što znači manje troškova i vremena za obavljanje zadatka. Njegove najbitnije značajke su da može letjeti do 45 min bez prestanka te pokriti 80 ha terena. Koristi kameru

[80] https://www.newscaststudio.com/2019/04/29/fox-sports-upgrades-drone-capabilities-for-nascar-coverage/
[81] https://www.microdrones.com/en/industry-experts/mining/

Sony RX1R II sa 42,4 MP. Bez zemaljske kontrolne točke osigurava Geo referenciranje, mapiranje (mapiranje koridora isto) i pregled uz najveći stupanj točnosti, uštedi troškova i vremena.[82]



Slika 20. mdMAPPER1000DG

Izvor: https://www.microdrones.com/en/integrated-systems/mdmapper/mdmapper1000dg/

Prikazani dron se također najčešće još primjenjuje za inspekcije, izgradnju građevina, agrikulturu te primjenu LiDAR-a (engl. *Light Detection And Ranging*). Renee Knight kaže da se navedeni dron koristi već 3 godine u gradu Quebec u tvornici papira „White Birch" te pruža sigurniji i isplativiji način za prebrojavanje hrpa iverica.[83]

4.4. Agrikultura

Agrikultura tj. poljoprivreda je još jedno područje u svijetu gdje se koriste dronovi. Postoje razne vrste dronova za ovu primjenu, a neke od zadaća su: inspekcija usjeva, pregled navodnjavanja usjeva, navodnjavanje, prskanje usjeva adekvatnim sredstvima te savjetovanje za brigu usjeva. Ne samo da će uz pomoć dronova usjevi biti zdraviji nego će povećati i sam prinos.[84]

Prije su se ručno prskali usjevi ili unajmljivali mali avioni no to je bilo preskupo i predugo trajalo. U ovoj primjeni dronovi smanjuju vrijeme i troškove zbog čega se sve više koriste u poljoprivredi. Također su puno sigurniji i efikasniji način održavanja svojih polja. Kako bi se održavao prinos usjeva biljke zahtijevaju pravilnu oplodnju i primjenu zaštite od raznih

[82] https://www.microdrones.com/en/integrated-systems/mdmapper/mdmapper1000dg/
[83] https://www.microdrones.com/en/industry-experts/mining/
[84] https://mydeardrone.com/uses/

bakterija i bolesti.[85] Jedan od dronova koji se koristi u poljoprivredi je DJI Agras MG-1S te je prikazan na slici 21.



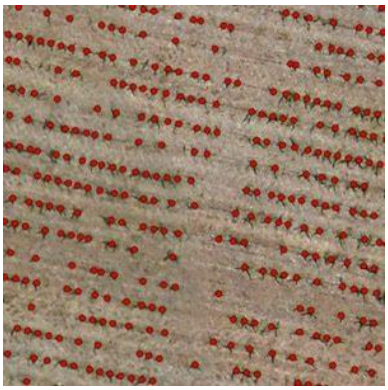
Slika 21. DJI Agras MG-1S

Izvor: https://www.dslrpros.com/dji-agras-mg-1s-agricultural-drone.html

Dronovi daju poljoprivrednicima informacije za otkrivanje potencijalnih problema i smanjivanje istih. Obično dronovi za agrikulturu mogu izdržati i nepovoljnije vremenske uvjete. Dodatak multi spektralnog snimanja omogućuje kontroliranje nutrijenata, vlage i sveukupne energije. Isto tako identificira i mjeri probleme vezane uz usjeve poput bolesti, štetočina, korova i nedostatka vode. Također procjenjuje prinos i može okarakterizirati tlo i vegetativni pokrov te koristi podatke za predstojeću analizu. Uz dodatak termalnog (toplinskog) mapiranja dobije se uvid u toplinske probleme usjeva par tjedana prije nego li se mogu vidjeti vizualno i puno prije nego li naprave trajnu štetu. Tako se može identificirati nedostatak vode prije nego usjevi dožive nepopravljivu štetu.[86]

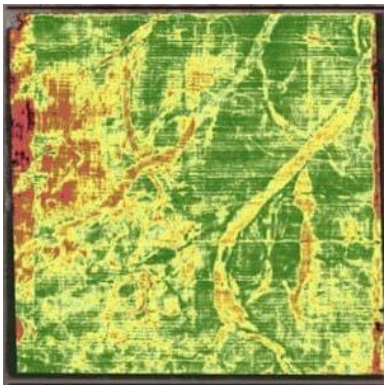
Na slici 22. može se vidjeti brojanje usjeva pomoću kamere s drona dok se na slici 23. vidi potencijal prinosa. Detektiranje curenja je prikazan na slici 24., a detektiranje pesticida se vidi na slici 25.

[85] https://www.dslrpros.com/crop-spraying-drones.html
[86] https://www.microdrones.com/en/industry-experts/agriculture/



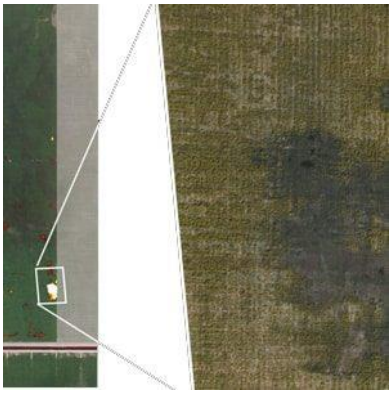
Slika 22. Prikaz brojanja usjeva

Izvor: https://www.postscapes.com/agriculture-drone-companies/



Slika 23. Potencijal prinosa

Izvor: https://www.postscapes.com/agriculture-drone-companies/



Slika 24. Detektiranje curenja

Izvor: https://www.postscapes.com/agriculture-drone-companies/



Slika 25. Detektiranje pesticida

Izvor: https://www.postscapes.com/agriculture-drone-companies/

Pomoću senzora se također može vidjeti normalizirana razlika crvenog ruba (engl. *Normalized Difference Red Edge* - NDVI). To je mjera kojom se iskazuje zdravlje biljke ovisno kako biljka reflektira svjetlo na specifičnim frekvencijama. Zdrave biljke reflektiraju veliku količinu svjetla blizu infracrvenog dok nezdrave biljke više apsorbiraju.[87]

4.5. Dronovi za nadzor i sigurnost

Dronovi se mogu koristiti za suptilno praćenje u svrhu javne sigurnosti i civilne zaštite. Pomoću njih se može iz zraka dobiti cijela perspektiva tj. potpuni pregled koji je potreban kako bi se održala kontrola i sigurnost, bilo nad nekim događajem, protestima ili čak individualcima.

Neke od prednosti koje pružaju dronovi za praćenje sigurnosti:[88]

- Izrazito tihi tijekom operacija u odnosu na klasične helikoptere
- Produljeno vrijeme leta koje smanjuje broj slijetanja radi mijenjanja baterija
- Jednostavan za korištenje te nisu potrebni nikakvi skupi treninzi
- Nadzor i koordinacija u stvarnom vremenu
- Dobar u vremenskim neprilikama poput kiše, snijega, vjetra, vrućine i hladnoće
- Prilagodljiv tj. mogu se odabrati posebne vlastite boje kako bi se što bolje prikrio dron ili odabrati logo kako bi se jasno naznačilo tko zapravo vrši nadzor

[87] https://www.postscapes.com/agriculture-drone-companies/
[88] https://www.microdrones.com/en/industry-experts/security/monitoring/

- Fleksibilni korisni teret koji omogućava korištenje standardnih kamera ili toplinskih kamera u slučaju kada treba detektirati sumnjivce po noći ili u gustoj vegetaciji

U današnje vrijeme sigurnost je glavni prioritet. U tom pogledu dronovi igraju ključnu ulogu kako bi svijet bio sigurniji, bilo da se koriste za borbu protiv terorizma ili nadzor nekog događanja. Operacije zaštite pomoću dronova osnažuje sigurnosne snage i mijenjaju način na koji se poduzimaju radnje u svrhu zaštite. Dronovi za zaštitu i sigurnosti su odličan izbor jer:[89]

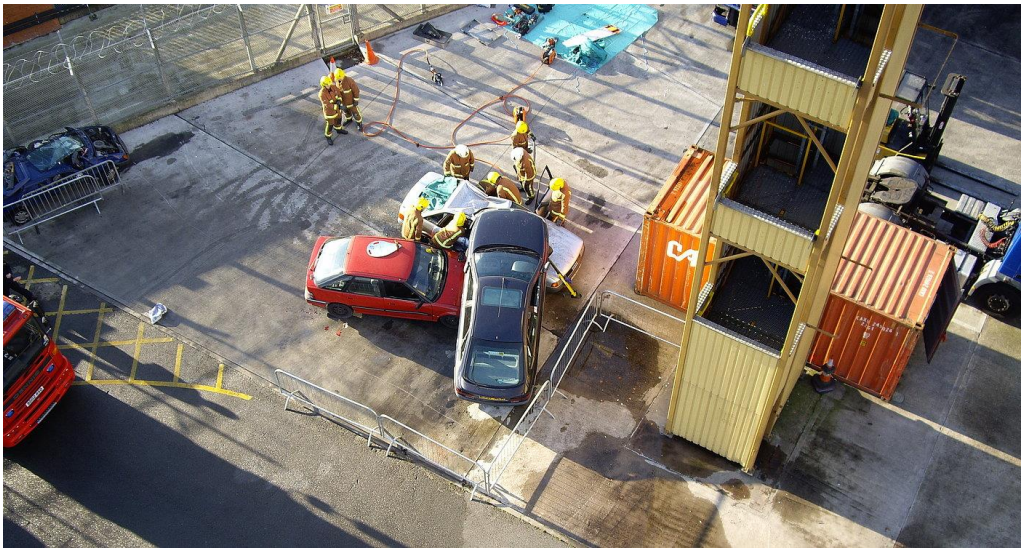
- Imaju brzi odaziv
- Isplativiji su od helikoptera
- Imaju mogućnost dugog vremena letenja
- Imaju dobru izvedbu u lošim vremenskim uvjetima
- Mogu mijenjati korisni teret ovisno o potrebi

Također su jednostavni za korištenje i ne zahtijevaju troškove i puno vremena za trening. Nabrojana su isto tako neka od ostalih područja gdje se mogu koristiti dronovi za praćenje, nadzor i zaštitu kako bi se poboljšala javna sigurnost:[90]

- Festivali, koncerti, sportski događaji
- Nadzor prometa
- Fotografije za očuvanje dokaza
- Nadzor ilegalnih aktivnosti
- Suzbijanje ilegalnih operacija drogom
- Lociranje i praćenje kriminalaca u gradovima
- Praćenje poplave
- Antiterorističke operacije
- Praćenje kritičnih infrastruktura
- Nadzor neprijateljskih demonstracija
- Praćenje i nadzor operacija u suzbijanju trgovine ljudima
- Nadzor morskog prometa
- Praćenje tsunamija

[89] https://www.microdrones.com/en/industry-experts/security/
[90] https://www.microdrones.com/en/industry-experts/security/monitoring/

- Nadzor granica
- Anti piratske operacije
- Nadzor ilegalnih imigranata
- Opsežni nadzor
- Policijske aktivnosti
- Traganje za nestalim osobama
- Komunikacijska mreža za hitne slučajeve
- Nadzor obale
- Praćenje sastanaka između međunarodnih vlada



Slika 26. Praćenje situacije dronom pri prometnoj nesreći

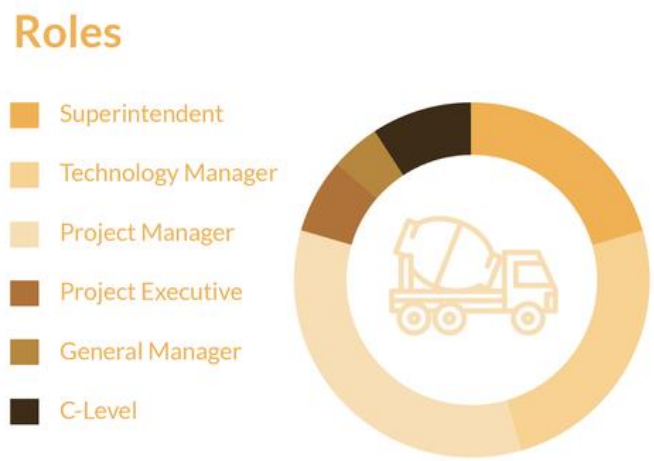
Izvor: https://www.microdrones.com/en/industry-experts/security/monitoring/

Na slici 26. dan je primjer prometne nesreće u kojoj su sudjelovala tri automobila. Ozlijeđeni ljudi ne mogu izaći sami iz automobila pa ih vatrogasci pokušavaju izvući van, a cijela situacija je nadzirana dronom iz zraka.

4.6. Građevinska industrija

Prema „DroneDeploy"-u, koji se koristi za preko 40.000 poslova u 180 zemalja, najveći porast u 2018. godini je zabilježila građevinska industrija.[91] Najviše ih koriste voditelji projekta, tehnološki menadžeri i projektni menadžeri kao što se vidi na slici 27.

[91] https://www.dronedeploy.com/blog/rise-drones-construction-XNpCThIAACcA9X7G/



Slika 27. Pokazatelj udjela korisnika dronova u građevini

Izvor: https://www.dronedeploy.com/blog/rise-drones-construction-XNpCThIAACcA9X7G/

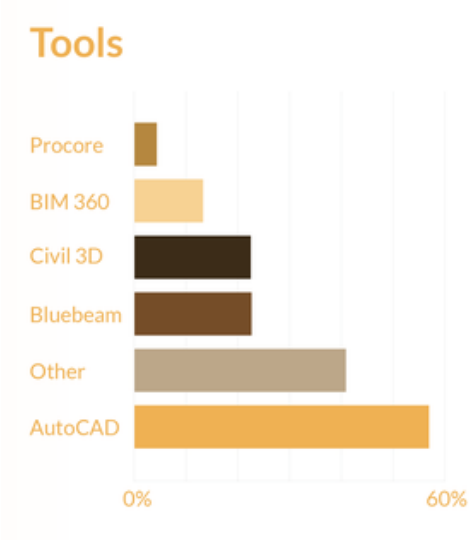
Graditelji koriste dronove kako bi sakupili podatke u stvarnom vremenu i razumjeli trenutnu situaciju na gradilištu. Isto tako slike iz zraka poboljšavaju praćenje napretka i pomažu uočiti probleme prije nego li bi imali velike novčane gubitke ili kašnjenje izgradnje od planiranog vremenskog roka. Uz praćenje napretka dronovi u građevini se koriste i za druge stvari. Za manje od jednog sata tjedno praćenja radova izvođači mogu dobiti uvid u jako veliku količinu informacija i znanja za skoro svaki aspekt svog projekta.

Ryan Moret, voditelj terenskih rješenja iz McCarthy Building Companies kaže: „Dronovi mijenjaju način komunikacije. Slika iz drona vrijedi 1 000 riječi i potencijalno milijune dolara.“[92] Dronovi također povećavaju sigurnost na terenu, ušteđuju vrijeme i sredstva te brzo prate i dostavljaju točne izmjere. Koristeći GCP postiže se točnost od 99%.

Građevinske tvrtke koje već koriste dronove kao glavnu marketinšku opciju bilježe porast u poslovanju te ih upravo i klijenti biraju zbog tog razloga.

Zajedno s prikupljanjem podataka iz drona, njihove obrade i analize izvođači koriste razne softvere kako bi povećali utjecaj i moć podataka dobivenih od dronova. Na slici 28. se mogu vidjeti koji softveri se najčešće koriste, a na prvom mjestu se nalazi opće poznati AutoCAD.[93]

[92] https://www.dronedeploy.com/blog/rise-drones-construction-XNpCThIAACcA9X7G/
[93] Ibid.



Slika 28. Prikaz najčešće korištenih softvera u kombinaciji s podacima dobivenih od dronova

Izvor: https://www.dronedeploy.com/blog/rise-drones-construction-XNpCThIAACcA9X7G/

4.7. Inspekcije

Inspekcija je jedna od prvih komercijalnih primjena dronova koja je brzo i širom svijeta prihvaćena. Velike i kompleksne strukture dobiju najbolji pregled iz zraka. Tako se najčešće pregledavaju: dalekovodi, tornjevi mobilnih komunikacijskih stanica, naftovodi, plinovodi, vodovodi, željezničke pruge, solarni paneli, vjetroturbine, mostovi, spomenici, krovovi te također mjerenje i praćenje radijacija, inspekcije kritičnih infrastruktura, metana, itd.[94]

U ovom pod poglavlju će detaljnije biti prikazana inspekcija i održavanje vjetroturbina. Upotrebom dronova u inspekciji vjetroturbina se može uštedjeti duplo više vremena osim što je i puno isplativiji način inspekcije. Inspekcija vjetroturbina je često opasan zadatak. Bilo koja pogreška u mehanizmu mijenjanja brzine ili kočenju može prouzročiti štetu i prekomjerno opterećenje na lopaticama što može dovesti i do po život opasnih posljedica. Upotrebom dronova se taj rizik uvelike smanjuje te komponenta koja uzrokuje problem se brzo može detektirati bez potrebe direktnog kontakta. Zbog toga se sve više koriste i postaju ključni element u održavanju vjetroturbina pa i cijeloj energetskoj industriji.[95]

Dronovi za ovu primjenu koriste visoko rezolucijsko toplinsko snimanje i svojstvo optičkog zumiranja kako bi dobili što bolje informacije i detaljni pregled. Isto tako imaju

[94] https://www.microdrones.com/en/industry-experts/inspection/
[95] https://www.dslrpros.com/wind-turbine.html

mogućnost produženog trajanja leta kako bi uspjeli obavili svoj posao uz što manje slijetanja radi mijenjanja baterija.[96]

Najbolji dron za ovu primjenu (te i ostalih vrsta inspekcija) je Matrice 210-RTK koji preciznost mjeri u centimetrima, što je i najvažnije za ovaj posao. Ima dva gimbal-a pomoću kojih može montirati dvije kamere istovremeno (osim običnog snimanja istovremeno može obavljati i toplinsko snimanje) i puno brže obaviti zadatak. Navedeni dron je prikazan na slici 29.



Slika 29. Matrice 210-RTK

Izvor: https://www.dslrpros.com/wind-turbine.html

Osim inspekcije dronovi imaju mogućnost održavanja vjetroturbina tj.:[97]

- *Čišćenja*- treba se 4 puta godišnje čistiti, a kukci i prljavština na lopaticama smanjuju efikasnost te uzrokuje eroziju (nagrizanje) na lopaticama
- *Stavljanja premaza*- treba se svake godine nanositi, a povećava uspješnost i produljuje životni vijek vjetroturbina (životni vijek lopatica produljuje za 20-30%) te smanjuje nakupljanje prljavštine i kukaca
- *Odleđivanja*- nakupljanje leda na lopaticama onemogućava rad vjetroturbina te u Kanadi, sjevernom SAD-u i sjevernoj Europi dolazi do 20% gubitaka prihoda

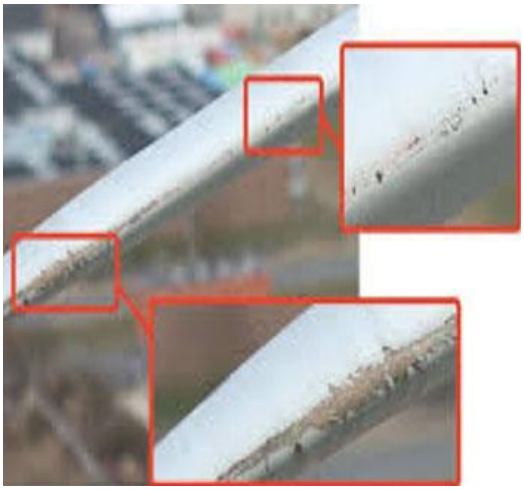
[96] https://www.dslrpros.com/wind-turbine.html
[97] https://www.aerones.com/eng/wind_turbine_maintenance_drone/

Na slikama 30., 31. i 32. se jasno vide primjeri zaleđenih lopatica, erozije i prljavštine na njima.



Slika 30. Zaleđenja lopatica

Izvor: https://www.aerones.com/eng/wind_turbine_maintenance_drone/



Slika 31. Erozija lopatica

Izvor: https://www.aerones.com/eng/wind_turbine_maintenance_drone/



Slika 32. Prljavština, kukci i ptičji izmeti na lopaticama

Izvor: https://www.aerones.com/eng/wind_turbine_maintenance_drone/

4.8. Protupožarstvo

Zbog svojih značajki i brojnih prednosti dronovi su se počeli koristiti za operacije pri gašenju požara. Kako u svijetu tako se i kod nas na moru preko ljeta (kada su najčešće požari) koriste za izviđanje požara. Kada se dobije dojava o požaru pošalje se dron-izviđač koji koristeći toplinsko snimanje pomaže prvim dospjelim vatrogascima na terenu u akcijama gašenja i spašavanja.[98]

Od 347 agencija za javnu sigurnost koje su kupile dronove u SAD-u između 2009. godine i početka 2017. godine, njih 69 su bile vatrogasne postaje. Jedno izvješće Goldman Sachs-a procjenjuje da bi se moglo potrošiti 881 milijun $ za dronove u operacijama gašenja požara diljem svijeta.[99]

Dronovi uvelike pomažu pri ovim operacijama jer unutar par minuta mogu biti već u zraku za nadgledanje požara. U odnosu na helikoptere u prednosti su jer nema opasnosti od ljudskih žrtava pošto je pilot drona udaljen i na sigurnom mjestu.[100] Dronovi imaju mogućnost potpune procjene mjesta požarišta jer je na dronu kamera koja se može okretati za 360 stupnjeva. Sa toplinskim snimanjem mogu vidjeti kroz dim te tako prate vatrogasce na tlu i žarišta vatre. Vatrogascima na tlu daju informacije da li na pravom mjestu izbacuju vodu i gdje bi bilo možda bolje za veću efikasnost. Ako je požar po noći dronovi mogu reflektorima

[98] http://dronenodes.com/firefighter-drones/
[99] Ibid.
[100] https://mydeardrone.com/uses/

osvjetljavati požarište kako bi vatrogasci na tlu imali bolji pregled. Dronovi mogu nadzirati i pregledavati iz zraka velike površine teško dostupnih terena na tlu. Dok bi za traganje jedne osobe trebalo više vatrogasaca da ga pronađe pomoću toplinskih kamera s dronova se mogu pronaći ljudi puno brže te im donijeti potrebnu opremu (prvu pomoć) pomoću sustava na dronovima za izbacivanje korisnog tereta.

Osim u gradovima, dronovi mogu pomoći u gašenju požara i u divljini (šumama). Isto dolaze do požarišta te procjenjuju trenutnu situaciju i odgovaraju u skladu s promjenama situacije. Smanjuju rizik vatrogasaca na tlu tako što ih dron prati i pruža pouzdanije podatke iz zraka zapovjednim centrima na tlu te identificira tinjajuća žarišta na području požara u divljini.[101]

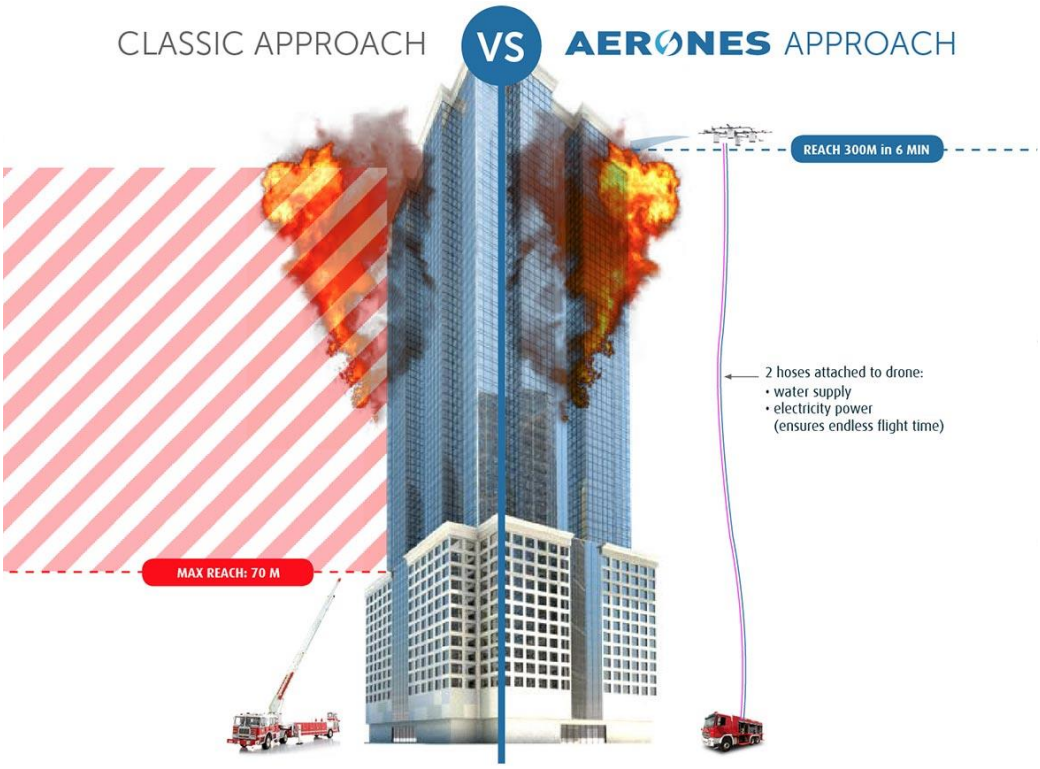
Za te operacije neki od dronova koji se koriste su već prije spomenuti dron Matrice 210 sa Zenmuse XT (toplinsko snimanje) kamerom i Zenmuse Z30 (mogućnost povećanja do 180 puta) kamerom te dron Inspire 1 sa Zenmuse XT kamerom.[102]

Dronovi imaju i imati će veliku ulogu u operacijama gašenja požara. Pomoću informacija iz zraka se mogu se donositi bolje odluke na terenu pa tako i spasiti živote ljudi i imovina. Dronovi su puno bolja opcija nadziranja iz zraka od letjelica s posadom jer nema troškova goriva, održavanja i plaćanja pilota te se mogu puno više koristiti. Znatno su manji, a jedan dron može prekriti veliko područje autonomno tako što se pomoću softvera može namjestiti da traži specifičnu temperaturu dok snima toplinskom kamerom. Također tijekom gašenja požara pomoću kanadera izbacivanjem vode iz zraka dronovi se moraju maknuti na sigurno područje.[103]

Osim u svrhe nadzora, praćenja, traganja dronovi se mogu koristiti i za aktivno gašenje požara. Na slici 33. se vidi usporedba gašenja požara na neboderu samo s vatrogascima na tlu na lijevoj strani slike te uz pomoć dronova na desnoj strani slike. Vidljivo je da vatrogasna vozila sa svojom opremom mogu dosegnuti samo do 70 m dok dronovi mogu dosegnuti i 300 m visine u šest minuta. Sama slika prikazuje kako je puno učinkovitije gašenje požara uz pomoć dronova. Na dronovima je prikvačena jedna cijev za vodu i jedna cijev za struju kako bi dron mogao gasiti požar kontinuirano. Prednost ovakvih dronova je brzina jer

[101] http://dronenodes.com/firefighter-drones/
[102] Ibid.
[103] Ibid.

se može primijeniti odmah čim stigne do mjesta požarišta. Druga beneficija je sigurnost jer ne zahtjeva ljude u direktnoj borbi s vatrom. Treća pozitivna značajka je da može doprijeti do mjesta koja nisu dostupna ljudima.[104]



Slika 33. Usporedba tradicionalnog i budućeg gašenja požara

Izvor: https://www.aerones.com/eng/firefighting_drone/

4.9. Čišćenje zgrada

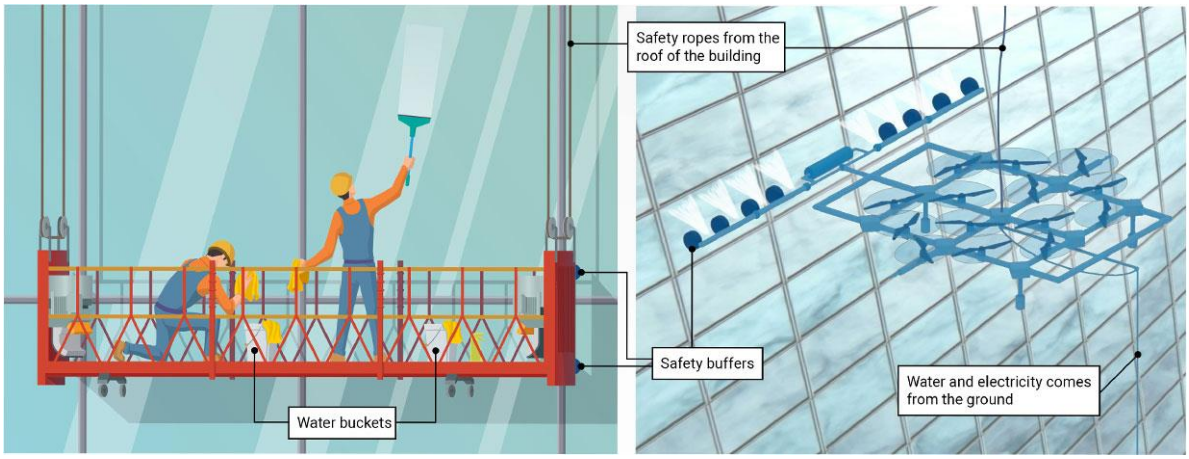
Jedna od primjena dronova je za čišćenje zgrada i visokih nebodera izvana, koja ima veliki potencijal da se počne brzo koristiti širem svijeta, pa i u Hrvatskoj. Razlog tomu su tri najvažnije značajke:[105]

- *Sigurnost*- nije potreban čovjek na velikim visinama kako bi ručno prao prozore te je zbog toga ovo puno sigurniji način čišćenja zgrada
- *Brzina*- dron obavlja zadatak do 20 puta brže nego čovjek[106]

[104] https://www.aerones.com/eng/firefighting_drone/
[105] https://www.aerones.com/eng/cleaning_drone/
[106] https://www.telegraph.co.uk/technology/2018/11/22/window-washing-drone-can-used-clean-buildings-extinguish-fires/

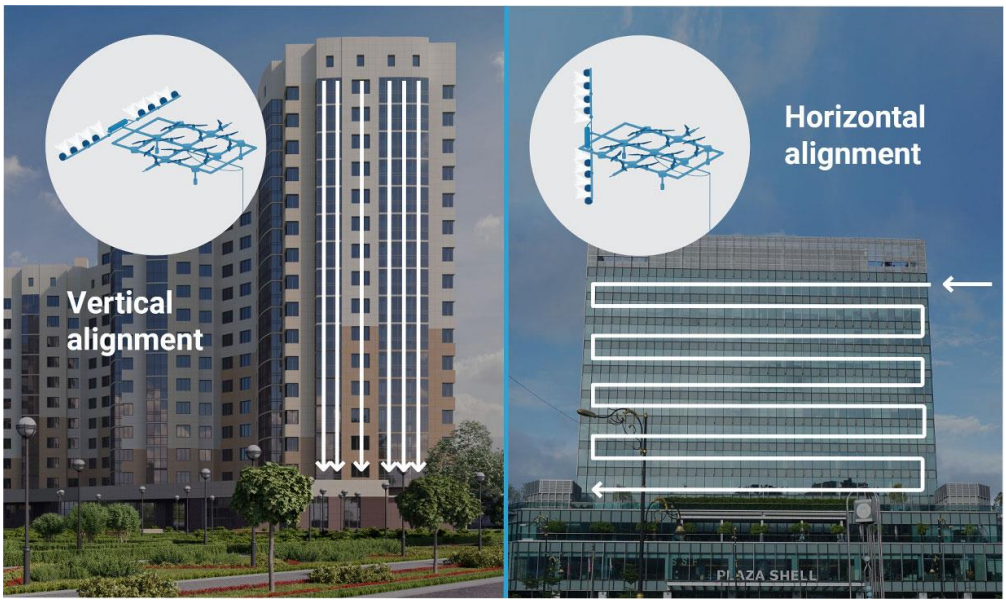
- *Pouzdanost*- zadatak se cijelo vrijeme obavlja uz praćenje i nadzor osobe na tlu koja dobiva sliku u stvarnom vremenu putem UHD (engl. *Ultra High Definition*) kamere

Sigurniji i najefektivniji način pranja prozora može se vidjeti na slici 34., koja prikazuje usporedbu tradicionalnog pranja prozora i pranja pomoću dronova. Vidi se da je na dronu crijevo koje je spojeno na rezervoar vode na zemlji te pomoću tog crijeva vode ide gore prema dronu koji zatim raspršuje vodu sa sredstvom za čišćenje pod pritiskom te pere vanjske površine zgrade. Također sa zemljom je spojen i kabel za struju koji je prikvačen na dron kako bi imao cijelo vrijeme energiju za obavit zadatak do kraja, a ne da se mora svakih pola sata spuštati radi punjenja baterija. Isto tako i dron ima sigurnosne ublaživače kako ne bi oštetio zgradu u slučaju da se previše približi i udari u nju te sigurnosno uže koje je s drona pričvršćeno na krov u slučaju da dron izgubi napajanje da ne padne na tlo. Na slici 35. se vidi mogućnost vertikalnog i horizontalnog pranja zgrade ovisno o njezinoj samoj strukturi.



Slika 34. Usporedba tradicionalnog pranja zgrada i pranja pomoću dronova

Izvor: https://www.aerones.com/eng/cleaning_drone/



Slika 35. Mogućnost namještanja štrcaljki drona vertikalno (lijevo) ili horizontalno (desno)

Izvor: https://www.aerones.com/eng/cleaning_drone/

4.10. Dronovi u osiguranju

Osiguranici i osiguravatelji će imati mnogo koristi od dronova. Osiguravajuće tvrtke daleko zaostaju kada je u pitanju digitalna transformacija u financijskoj industriji. Dronovi su blagodat osiguravateljima. Igraju ulogu u svim fazama životnog ciklusa osiguranja. Mogu se koristiti za skupljanje podataka prije nego li je određeni rizik osiguran kako bi pomogli u preventivnom održavanju te procjeni štete nakon događaja. Osim uštede troškova pri korištenju dronova u odnosu na radnu snagu tu su i ostale prednosti primjene dronova:[107]

- Slike imovine koja bi se osigurala se mogu dobiti prije pružanja pokrića
- Poboljšana je sigurnost procjenitelja te mogu završiti njihov posao puno brže koristeći dronove za inspekciju zgrada
- U slučaju katastrofe dron može pružiti povratne informacije o visini štete puno prije nego je mjesto sigurno ili pristupačno
- Preokreti za zahtjevima mogu biti smanjeni

Isto tako postoji specifična prednost korištenja dronova u poslovanjima s rizikom poput ovog, a to je da osiguravajući dronovi stvaraju novi način poslovanja. Iako je upotreba dronova u osiguranju novijeg datuma, prihvaćanje njih i podataka koje pružaju se drastično

[107] https://www.cio.com/article/3252093/taking-to-the-skies-using-drones-in-the-insurance-industry.html

povećava te bi u narednim godinama mogla postati norma za ublažavanje rizika i procjenu. Jedan od problema je što se dronovi u ove svrhe ne mogu obavljati u vidokrugu udaljenog pilota pa je potrebno pribaviti sve dozvole za korištenje izvan vidokruga udaljenog pilota te sve potrebne certifikate.[108]

Primjer reosiguranja (dijeljenje rizika više osiguravajućih kuća kako bi smanjili svoj gubitak u slučaju nesreće) bio je katastrofalni tajfun „Goni" gdje je Američka međunarodna grupa (engl. *American International Group* – AIG) koristila dronove kako bi bolje procijenila nastalu štetu i raspodijelila troškove. Jedan od klijenata je bio vlasnik tvornice čiji je krov procurio. Bilo je jako opasno poslati inspektora na krov da pronađe curenje pa se zato koristio dron.[109]

U osobnom osiguranju jedna od najrizičnijih i najčešćih aktivnosti za koje procjenitelj zahtjeva mora djelovati je inspekcija krovova. To je opasan i dugotrajan proces za inspektora pa uporaba dronova smanjuje vrijeme potrebno da bi se sakupile sve informacije te je sigurnije po inspektora jer on ne mora više biti na tom mjestu, jer dron umjesto njega sakuplja potrebne podatke.[110]

Prema ovome izgleda da će puno ljudi ostati bez posla jer neće više biti potrebno toliko radne snage no poslovi će se promijeniti. Sustav međunarodnog udruženja za bespilotne letjelice (engl. *Association for Unmanned Vehicle Systems International* - AUVSI) predviđa da će se otvoriti 100.000 novih poslova u SAD-u do 2025. godine zbog rasta industrije dronova. Tu su uračunati direktni poslovi proizvodnje i poslovi kao piloti i kontrolori zračnog prometa, dok nije uzeta u obzir usluga pohranjivanja podataka u „oblak". No ipak će biti potrebni ljudi koji će tumačiti te informacije i donositi odluke na temelju tih informacija.[111]

Upravljanje rizikom će postati više prediktivno nego reaktivno. Dronovi se mogu koristiti da odrede količinu rizika i dizajniraju ublažavanja tih rizika. Preventivno održavanje će i dalje raditi terenski radnici no neće biti izloženi riziku rada na visinama, otrovnim plinovima i radijaciji jer će to obavljati dronovi. S obzirom na to drastično će pasti postotak smrtnosti i ozljeda na poslu.[112]

[108] https://www.cio.com/article/3252093/taking-to-the-skies-using-drones-in-the-insurance-industry.html
[109] Ibid.
[110] Ibid.
[111] Ibid.
[112] Ibid.

Potraživanja korisnika će biti puno brže riješena, regulator će moći obraditi više zahtjeva te imati koristi od analize podataka na temelju povezanih prethodnih zahtjeva. Osiguratelj će postići velike uštede troškova kroz poboljšanu efikasnost što će izazvati povrat ulaganja u dronove.[113]

Širenjem dronova bit će potrebno puno više osiguranja. Osim osiguranja dronova postoje dodatna osiguranja poput javnog osiguranja, koje je potrebno u korporativnom i potrošačkom prostoru.[114]

Dronovi su samo jedan mali dio modernog i povezanog svijeta tj. „Internet stvari" (engl. *Internet of Things*), što znači povezivanje uređaja putem interneta. Industrija osiguranja će se radikalno promijeniti kroz povezanost sa svojim korisnicima i njihovim uređajima. Do kraja slijedećeg desetljeća industrija kakvu je znamo danas, bit će neprepoznatljiva, zamijenjena s novim poslovnim modelima, proizvodima i uslugama.[115]

4.11. Dronovi za pomoć u lovu na divljač

Kako je već spomenuto da svi ljudi imaju pristup kupovini dronova tako su neki lovci uvidjeli njihovu korist. Dronovi mogu pomoći lovcima na životinje u njihovom lovu. Dronovi u tom slučaju koriste kamere pomoću kojih pronalaze tj. uoče određenu životinju te lovac zna točno gdje mora ići da je ulovi.[116]

Pitanje je li to legalno svaka država određuje zasebno. U SAD-u je legalno samo u određenim državama. Neki lovci vole više sati tražiti i čekati određenu životinju da se pojavi pa njima upotreba dronova nije zanimljiva te su oni protiv takve prakse. Dok drugi lovci ne vole čekanja te bi oni što prije ulovili životinju pa i uz pomoć dronova koji pronalaze životinju za njih. U nekim situacijama lovci dronovima natjeraju životinju da dođe do lokacije gdje oni čekaju te tako lovci ne trebaju nigdje ići. Sve te primjere pomoći dronova u lovu neki smatraju nepoštenim lovom. Određeni lovci pomoću dronova slikaju samo teren da znaju kuda i kako se kretati te se oni ne uključuju u pitanje da li je to pošten ili nepošten lov.[117]

[113] Ibid.
[114] Ibid.
[115] Ibid.
[116] https://www.dronetechplanet.com/can-you-legally-hunt-with-a-drone/
[117] Ibid.

Odgovor na postavljeno pitanje svatko može dati samo osobno i uvijek su postojali i postojati će ljudi koji to neće podržavati. Neki ljudi su prije koristili avione kako bi tražili različite vrste životinja te su ih sada zamijenili dronovi. Sadašnji način je puno jeftiniji, jednostavniji i brži. No sve ovisi o pojedinoj državi kakve će zakone ona donijeti u vezi lova s dronom. U Americi FAA nije donio nikakve zakone generalno u vezi toga, ali države poput Aljaske, Kolorada i Montane su zabranile takvu uporabu dronova. U većini zemalja gdje je bio zabranjen lov uz pomoć aviona može se primijeniti isto pravilo i za dronove, pošto se dronovi klasificiraju kao vrsta aviona. Za sada se još općenito nije napravila regulativa u vezi toga tako da još uvijek svaka država može donijeti zakone za svoje područje u vezi navedene primjene dronova.[118]

4.12. Dronovi za istraživanje i praćenje vulkana

Jedna od novijih primjena dronova je za istraživanje i praćenje vulkana. Vulkan „de Fuego“ (u prijevodu Vulkan vatre) u Guatemali je najkompleksniji vulkan jer je jako aktivan već dugo vremena i svakih par sati ima male erupcije dok svakih 2-3 tjedna dolazi do većih erupcija. Nitko i ništa mu se ne može približiti blizu osim drona. Tim istražitelja sa sveučilišta Bristol i Cambridge su koristeći dronove došli do važnih podataka o tom vulkanu. Dronovi imaju mogućnost prilaska blizu kratera vulkana uslijed letenja pepela i kamenja te snimiti događaje koje nitko ne bi mogao poslije više vidjeti. Isto tako omogućuju dobivanje raznih mjerenja do kojih nikako drukčije ne bi mogli doći. [119]

Istražitelji su koristili dronove s fiksnim krilima opremljenim raznim senzorima. Uspjeli su dobiti točnu temperaturu, vlažnost i toplinska mjerenja iz samog oblaka pepela. Također su dobili spektakularne snimke vulkana kako izbacuje masu materijala visoko u zrak. Dron je uspješno korišten do 8 km udaljenosti i 3 km visine.[120]

„Dronovi pružaju neprocjenjivo rješenje za praćenje i uzimanje uzoraka na mjestima gdje je zabranjen dolazak zbog opasnosti od vulkana ili je nepristupačan teren“, rekla je u izvještaju Emma Liu, vulkanologinja iz odjela znanosti o zemlji na sveučilištu Cambridge. Isto tako je rekla da osim razumijevanja emisija vulkana pomoću dronova u budućnosti će se moći

[118] https://www.dronetechplanet.com/can-you-legally-hunt-with-a-drone/
[119] https://www.digitaltrends.com/cool-tech/camera-drones-volcanoes/
[120] Ibid.

pomoći lokalnim vlastima tako što će ih obavijestiti na vrijeme o nadolazećim erupcijama. To će se moći izvesti uz autonomne letove dronova.[121]

U slijedećoj fazi ovog projekta dronovi će biti opremljeni dodatnim senzorima kako bi mogli izmjeriti vulkanske plinove. Analizom kemije tih plinova, lave i 3D modeliranjem oblika vulkana te kako se on mijenja tijekom vremena istraživači će bolje razumjeti što se događa duboko unutar vulkana. Također će to povećati sposobnost prognoziranja kada i kako velika slijedeća erupcija može biti.[122]

4.13. Snimanje nekretnina

Agenti nekretninama su se desetljećima oslanjali na fotografije u oglašavanju nekretnina no sama fotografija nije mogla dati puni doživljaj prostora te je bila kao jedna dimenzija. Kako bi se to promijenilo i poboljšalo uveden je virtualni vodič koji zapravo nikada nije zaživio dok je zatim video postao izvrsna prodajna i marketinška solucija za agente nekretninama. Koristeći dronove agenti sada mogu snimiti teško vidljive dijelove kuća. Također puno jasnije pokazuje okućnicu i pejzaž te blizinu susjednih kuća kao i bazena, teniskih terena, igrališta i drugih ustanova. Zbog toga je primjena dronova za oglašavanje nekretnina u velikom rastu. Dronovi se također unajmljuju kako bi snimili najbolje snimke nekretnina iz zraka.[123]

Dronovi su izvrsni za ovu primjenu jer mogu snimati iznad teško dostupnih područja te potencijalnom kupcu daju bolji uvid u stanje nekretnine. Dobro napravljena snimka iz zraka može služiti kao virtualni vodič te pokazati prostorije od ulaznih vrata kroz cijelu kuću pa sve do dvorišta. Klijentima se sviđaju interaktivne i realistične prezentacije nekretnina pa je zbog toga primjena dronova odličan oblik promocije. Čak i ulaganje u dronove za ovu primjenu nije skupo, a primjena drona može uspostaviti ugled inovativnog agenta nekretninama koji je spreman prihvatiti nove načine i trendove koji pomažu upravo klijentima.[124]

[121] Ibid.
[122] Ibid.
[123] https://mydeardrone.com/uses/
[124] http://www.droneguru.net/using-drones-for-real-estate-photography/

4.14. Geodetske izmjere i mapiranje

Potreba za novim mogućnostima uporabe dronova doveo je do razvoja sve više sofisticiranijih softvera među kojim je i 3D mapiranje. Potražnja za visoko kvalitetnim podacima iz zraka je u rastu pa su već sada profesionalni dronovi lako dostupni po pristupačnoj cijeni svima, a ne samo najvećima u industriji. Nova tehnologija uklanja opciju nagađanja te potencijalno može uštediti vrijeme i novac na geodetskom projektu.[125]

Mapiranje pomoću dronova ima ogroman potencijal za velik broj sektora uključujući izgradnju, agrikulturu, rudarstvo, inspekcije infrastrukture i nekretnine. Mogućnost jasne i točne fotografije ili 3D modela područja projekta, upotpunjenim sa svim mjerama, je prednost pri odlučivanju. Mapiranje s dronovima se radi pomoću tehnike zvane fotogrametrija. Fotogrametrija je znanost stvaranja mjera iz fotografija. Ishod toga je uobičajeno mapa, mjera ili 3D model objekta ili događaja u stvarnom svijetu. Mnogo mapa koje koristimo danas su napravljene koristeći fotogrametriju i slika uslikanih iz aviona. Mapiranje pomoću dronova je jako slično kao i pomoću aviona osim što je razlika to da su slike puno veće kvalitete zbog mogućnosti dronova da lete na manjoj visini od aviona.[126]

Snimanjem podataka pomoću dronova se vrši X5R kamerom koja je montirana ispod drona DJI Inspire 1 te je okrenuta dolje prema zemlji. Na slici 36. vidi se predloženi plan leta dronom iznad polja. Višestruko preklapanje slika terena se postiže tijekom autonomnog leta drona tj. rute leta koja je određena unaprijed. To osigurava da se ništa ne propusti te da se postigne dovoljno preklapanje slike.[127]

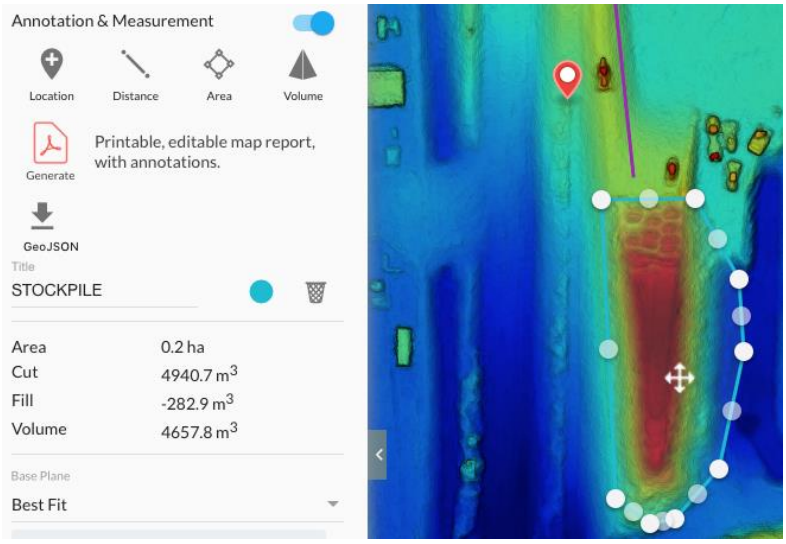
[125] https://steadyhawk.com/the-blog/dronemapping
[126] Ibid.
[127] Ibid.



Slika 36. Predloženi plan leta iznad polja

Izvor: https://steadyhawk.com/the-blog/dronemapping

Obrada fotografija ručno bi bila jako teška i dugotrajna no zato postoje kompjutori koji to rade umjesto ljudi. Softver omogućava sastavljanje sveobuhvatnog pregleda zemljišta, zgrada i infrastrukture te ga predstavlja u raznovrsnim i laganim za upravljanje formatima. Najbolje svojstvo softvera je što može uzeti točne mjere duljine, područja i opsega odmah iz mape što se najbolje vidi na slici 37.[128]



Slika 37. Mjerenje zaliha pomoću modela digitalne elevacije

Izvor: https://steadyhawk.com/the-blog/dronemapping

[128] https://steadyhawk.com/the-blog/dronemapping

Jedna od tvrtki koje nude usluge u geodetskim projektima i ostalim projektima koji zahtijevaju dron je „Steady Hawk“. Oni imaju dozvolu CAA za obavljanje komercijalnih poslova u UK te su potpuno osigurani. Jedan 3D model farme se vidi na slici 38.[129]



Slika 38. 3D model farme

Izvor: https://steadyhawk.com/the-blog/dronemapping

4.15. Dronovi za znanost i istraživanje

Firma „Microdrones“ je jedna od najvećih i najboljih proizvođača dronova za mnoge komercijalne namjene. Djeluju na svim kontinentima te prodaju svoje dronove sa kompletnom uslugom tj. softverom i podrškom za uporabu. Imaju preko 220 zaposlenika i cilj im je korisnicima dronova pružiti što efektivniji i efikasniji sustav za njihovu komercijalnu upotrebu.[130]

„Microdrones“ su dronovi koji znanstvenicima omogućuju razna istraživanja. Imaju mnogo prednosti no najveće su fleksibilnost i performanse. Jako su prilagodljivi i na njih se mogu montirati razni senzori i oprema za sva vrsta istraživanja. Napredna tehnologija osigurava jako točne podatke mjerenja te izuzetnu izvedbu u lošijim uvjetima i okruženju. Zbog toga ovi dronovi omogućuju današnjim znanstvenicima da postignu podvige kakve su prije mogli samo sanjati. Prednosti ovih dronova su:[131]

- *Najduža maksimalna vremena letenja*- omogućuju skupljanje više podataka

[129] https://steadyhawk.com/the-blog/dronemapping
[130] https://www.microdrones.com/en/team/our-story/
[131] https://www.microdrones.com/en/industry-experts/science-and-academic-research/

- *Otpornost*- na nepovoljne vremenske uvjete, visoki napon i jako magnetsko polje
- *Manji utjecaj na okoliš*- u usporedbi s autima i tradicionalnim avionima
- *Jako tihi pri operacijama*- ne uznemiravaju divlje životinje
- *Veliki kapacitet korisnog tereta*- omogućuje nošenje potrebne opreme i alata
- *Jednostavno korištenje*- prilagođeno je čak i početnicima
- *Intuitivan softver*- omogućuje planiranje automatskih letova, praćenje letova u stvarnom vremenu, lagano mijenjanje ili ponavljanje operacije te nakon toga analiziranje podataka leta
- *Prilagodljiv/fleksibilan*- s obzirom na otvoreno sučelje i pod uvjetima kako su izrađeni, ovi dronovi se lagano mogu prilagoditi svakom projektu i primjeni
- *Izravna Geo referencija*- geoprostorni istraživači će cijeniti ove dronove zbog svoje najnaprednije dostupne tehnologije Geo referenciranja

Ovi dronovi opremljeni s LIDAR opremom su se koristili za predviđanje lavina u nacionalnom parku u Quebec-u 2017. godine. Zadatak im je bio da brzo i točno izmjere dubinu snijega te tako bolje predvide rizik od lavine. Tradicionalni način mjerenja dubine snijega zahtjeva mukotrpan ljuski rad koji može trajati tjednima. Novi način mjerenja sa dronovima trajao je svega pola dana te su skupili sve potrebne podatke kako bi izmjerili točnu dubinu snijega. Obavili su dva leta. Prvi je bio prije snijega a drugi nakon tj. prvi u siječnju, a drugi u lipnju. Također dronovi mogu izmjeriti područja koja nisu dostupna ljudima kopnenim putem te letjeti u nepovoljnim uvjetima i pri jako hladnim temperaturama.[132]

U nastavku su dani neki od drugih primjena trenutne ili buduće uporabe ovih dronova za istraživanje:[133]

- Arheološko istraživanje
- Proučavanje biološke raznolikosti
- Mjerenje nuklearne kontaminacije
- Ispitivanje obalnih područja
- Nadzor i praćenje ledenjaka

[132] https://cdn.microdrones.com/fileadmin/web/_news/our_news/2017/IUS_32-33.pdf
[133] https://www.microdrones.com/en/industry-experts/science-and-academic-research/

- Identifikacija biljnih vrsta
- Bilježenje infiltracije slane vode
- Nadzor morskih sisavaca
- Upravljanje šumama i prirodnim resursima
- Geofizička mjerenja
- Mjerenje i praćenje radijacije
- Istraživanje Arktika
- Motrenje klime
- Mjerenje populacije životinja
- Fotogrametrija

4.16. Policijski dronovi

Od mnogo vrsta javnih službi u SAD-u koje koriste dronove jedna je i policijski odjel. Dron za policiju je posebno opremljen za njih. Može stati u svaki auto i spreman je u svakom trenutku za brzi odaziv pružajući policiji bolje razumijevanje novonastale situacije te omogućujući policiji da pronađe najbolji način za reakciju.[134]

Postoji mnogo načina na koji policija može koristiti svoje dronove kako bi pomogla održati sigurnost. Jedan od načina je potraga i spašavanje. To znači da uz mogućnost dronova mogu puno brže i učinkovitije pretražiti određeno područje nego policajci na tlu ili u autima. Dronovi mogu letjeti ispod drveća te između zgrada što policijski helikopteri ne mogu. S toplinskim snimanjem mogu lagano otkriti izgubljenu ili nestalu osobu koja se skriva ispod žbunja ili po noći. Drugi način uporabe je praćenje. Dronovi mogu pomoći u praćenju kriminalaca koji bježe s mjesta zločina. Treća namjena je za sigurnost samih policajaca u slučajima kada je pucnjava u tijeku zbog toga što dronovi mogu pružiti mnogo bitnih informacija. Isto tako mogu pružiti korisne informacije tijekom istraga i tijekom praćenja ilegalnih operacija i to sve u jako kratkom vremenskom periodu uz pomoć tehnologije zumiranja. Rizična zaustavljanja vozila također mogu zamijeniti dronovi koji sa svojim brzim odazivom mogu procijeniti situaciju iz blizine ili čak i prenijeti snimljene poruke, sve dok su policajci na sigurnoj udaljenosti. Četvrta upotreba je za motrenje tijekom kojeg mogu otkriti sumnjiva ponašanja ili locirati osobe u nevolji. Peta svrha je izvještavanje i analiza. Zračna

[134] https://www.dslrpros.com/police-drones.html

perspektiva dronova zajedno sa softverom za kartografiju mogu igrati važnu ulogu u rekonstrukciji prometnih nesreća i mjesta zločina. Navedene sposobnosti drona mogu se koristiti za analizu slijeda sudara u izvješćima o nesreći te razjašnjavanju događaja povezanih sa zločinom.[135]

Dronovi se također mogu koristiti i za graničnu policiju koja motri i prati kriminalne aktivnosti oko granica koje su povezane većinom sa krijumčarenjem ljudi ili droge.[136]

Jedan od dronova koji je primjeren za policijsku uporabu je Mavic 2 Enterprise Dual koji je moćan alat sa impresivnim svojstvima. Neke od njih su osjetljivost na prepreke te uočavanje i izbjegavanje prepreka. Jedna od značajki je što je potrebna lozinka za prijavu operacije dronom čime se štite podaci. Dva senzora su već ranije spomenute kamere, jedna s toplinskim snimanjem i jedna sa mogućnošću velikog zumiranja. Na dron se mogu montirati zvučnici, reflektor ili policijsko rotirajuće svjetlo.[137]

Međutim najbolji odabir drona za policijsku primjenu je Matrice 210 koji može nositi dvostruki korisni teret što daje puno više mogućnosti u jednom letu. Koristi XT2 kućište sa toplinskim i vizualnim senzorima. Isto koristi, već ranije u radu spomenutu, najbolju na tržištu Zenmuse Z30 kameru koja je prikazana na slici 39. te može zumirati do 180 puta.[138]



Slika 39. Zenmuse Z30

Izvor: https://www.dslrpros.com/police-drones.html

[135] https://www.dslrpros.com/police-drones.html
[136] https://mydeardrone.com/uses/
[137] https://www.dslrpros.com/police-drones.html
[138] Ibid.

4.17. Potraga i spašavanje

Više nema potrebe da se u opasnim situacijama prvo šalje ljude kako bi izvidjeli situaciju nego su za to puno sigurniji i isplativiji dronovi koji su u samo par minuta spremni za polijetanje. Za podršku upravljanja katastrofama dronovi igraju neprocjenjivu ulogu. Katastrofe velikih razmjera često poremete infrastrukturu područja. Pregled područja dronom nakon katastrofe spasiteljima mogu dati potrebne informacije kako bi pronašli prohodne ceste i preživjele ljude. To je moguće jer dronovi iz zraka mogu pokriti i snimiti puno veće područje.[139]

Za ovakvu primjenu su neophodni dronovi s termalnim kamerama. Kada se koriste zajedno s kamerama s opcijom velikog zumiranja (uvećanja) ili infracrvenim kamerama onda se mogu puno lakše locirati preživjeli u nepovoljnim ili teško vidljivim situacijama. Jedan od adekvatnih dronova za obavljanje ovakvih operacija je već ranije u radu spomenut Matrice 210.[140]

Dronovi se osim u slučaju katastrofa mogu koristiti za potragu i spašavanje u slučajevima nestalih penjača, brodova u nevolji i drugih situacija. Zahvaljujući sposobnosti dronova da pretražuju velika područja brzo i efikasno s jako kvalitetnim kamerama i u nepovoljnim uvjetima, mogu obavljati operacije puno efikasnije i efektivnije. Pronalazak nestale osobe i koordinacija sa zemaljskim timom tijekom spašavanja je najteži i dugotrajan dio potrage i spašavanja.

Dronovi osim što pokrivaju iz zraka puno veće područje imaju puno brži odaziv za operaciju i više su isplativiji od tradicionalnih helikoptera. Sa infracrvenim kamerama mogu brzo locirati osobu te s kamerama koje imaju mogućnost velikog zumiranja mogu bolje provjeriti status osobe u nevolji. Kamera Z30 najbolja je kamera za velika zumiranja. Zbog toga dron DJI Mavic 2 Enterprise Dual Drone s FLIR termalnom kamerom je sposoban izvršavati ovakve operacije. FLIR termalna kamera pronalazi toplinske izvore te zajedno s ostalim prikupljenim podacima stvara video snimku. Toplinski izvor može biti nešto poput motora, vatre ili ljudskog tijela. To znači ako je osoba živa i emitira tjelesnu toplinu onda će infracrvena kamera moći detektirati osobu, bilo da je dan ili noć. Za izdvajanje osobe iz gomile ljudi kamera sa zumiranjem bi bila najbolji izbor dok infracrvena kamera u toj situaciji ne bi imala nekog

[139] https://www.dslrpros.com/disaster-response-drones.html
[140] Ibid.

značaja. Zato je najbolje koristiti obje kamere da bi se moglo najbolje reagirati u bilo kojoj situaciji.[141]

U operacijama potrage i spašavanja svaka sekunda je bitna. Dronovi mogu dati izrazitu prednost zemaljskoj ekipi svojim brzim pregledom iz zraka. Neka od značajki dronova za operacije SAR-a su:[142]

- Brzi odaziv
- Vodootporan
- Neosjetljiv na jako visoke i niske temperature
- Jako dugačko vrijeme leta
- Veća sigurnost spasitelja zbog bolje procjene s dronovima
- Fleksibilnost korisnog tereta ovisno o funkciji tj. mogu se na dron montirati sve vrste kamera poput obične, toplinske te uređaja za mjerenje plinova i ostalo

Dronovi se mogu koristiti za:[143]

- Potragu i spašavanje u terorističkim situacijama
- Pomoć u komunikacijskoj mreži za vrijeme izvanrednih situacija
- Praćenje katastrofa poput nuklearnih nesreća, strukturnih požara, sudara brodova, aviona, vlakova te cestovnih motornih vozila
- Praćenje prirodnih katastrofa poput klizišta zemlje, tsunamija, požara u divljini, vulkanskih erupcija, poplava, oluja, uragana, lavina i tornada
- Potraga za nestalim osobama
- Pomoć u operacijama nakon katastrofa

4.18. Pregled putničkih zrakoplova

MRO Drone je jedna od prvih tvrtki koja nudi usluge inspekcije putničkih zrakoplova. RAPID (engl. *Remote Automated Plane Inspection and Dissemination System*) je visoko automatiziran dron za inspekciju štete na zrakoplovima i integriran sustav izvještavanja koji smanjuje vrijeme zrakoplova provedeno na tlu (engl. *Aircraft on Ground* - AOG) do 90 %.

[141] https://www.dslrpros.com/sar-drones.html
[142] https://www.microdrones.com/en/industry-experts/public-safety/search-and-rescue/
[143] Ibid.

Također uvodi mjerljive učinkovitosti kroz održavanje flote novom metodom inspekcije zrakoplova, bilo za redovno ili izvanredno održavanje. Isto tako kroz RAPID aplikaciju sakupljeni podaci su pregledani, sređeni i distribuirani unutar sustava izvještavanja zračnog prijevoznika.[144] Taj proces je prikazan na slici 40., a na slici 41. je prikazan dron koji obavlja taj pregled.



Slika 40. Proces inspekcije zrakoplova dronom

Izvor: https://www.mrodrone.net/



Slika 41. RAPID dron za inspekciju putničkih zrakoplova

Izvor: https://www.mrodrone.net/

U prosjeku komercijalni zrakoplov dva puta godišnje pogodi munja, a većina ih pretrpi oštećenje od tuče i drugih stranih objekata te stoga zahtijevaju procjenu štete. Nakon svakog takvog udara zrakoplov mora na pregled, a RAPID dron može napraviti inspekciju bez dodatne opreme i puno brže. Za prosječna dva udara munje godišnje u zrakoplov procijenjena ušteda za uskotrupni zrakoplov po inspekciji je 10 000 eura dok se ušteda za flotu od preko 200 zrakoplova penje do 5 milijuna eura godišnje.[145]

RAPID sustav koristi tehnologiju automatskog drona koji pregledava i izvještava štetu na komercijalnim zrakoplovima s neusporedivom učinkovitošću te zatim napravi rezultate

[144] https://www.mrodrone.net/
[145] Ibid.

pregleda brzo i lako dostupnim svim sudionicima. Sustav koristi novu generaciju senzora na dronovima koji pružaju detaljnu direktnu vizualnu inspekciju podataka koja je odmah Geo referencirana strukturi zrakoplova.[146]

Tradicionalne metode pregleda su naporne, dugotrajne i često zahtijevaju namjenske objekte i potrebnu infrastrukturu. RAPID ne koristi tešku i glomaznu opremu koja može oštetiti još više zrakoplov prilikom pregleda ili potencijalno ugroziti sigurnost inženjera i radnika pa zbog toga navedeni sustav povećava cjelokupnu sigurnost radnog mjesta.[147]

RAPID ima svojstvo HD snimanja te pruža mogućnost slike i pregleda na jakoj maloj površini od 1 mm². Također koristi tehnologiju preciznog pozicioniranja te upotrebljava jednostavan i prilagodljiv kontrolni softver koji omogućava brzi odaziv i automatsku inspekciju odabranih područja. Isto tako uporaba ovog drona ne zahtijeva prethodno iskustvo te je potreban samo kratki trening, a RAPID je pouzdan i siguran. Koristeći ovu novu metodu može se napraviti inspekcija cijelog zrakoplova izvana u kratkom vremenu.[148]

4.19. Dronovi za osvjetljenje

Firma INTEL je razvila dronove „Shooting Star“ za svjetlosne spektakle i show-ove te tako osmislila novi način zabave. Mogu se napraviti razne koreografije koristeći stotine malih dronova. Isto tako nastupi ovih dronova mogu biti u zatvorenom ili otvorenom prostoru. Na 50-u obljetnicu postojanja tvrtka INTEL je napravila svjetski rekord tako što su u svojoj koreografiji koristili 2.018 dronova. Također su se koristili u Las Vegasu tijekom CES-a (engl. *Consumer Electronics Show*), zatim za 50-tu obljetnicu slijetanja Appola 11 na mjesec.[149] Isto tako su se koristili u Hollywood-u za „Dark Arts at Hogwarts Castle“ te na raznim drugim događanjima među kojima je bio i Super Bowl 2019. godine. Čak 150 dronova je unaprijed zadanom putanjom zabavljalo desetke tisuća ljudi na stadionu te milijune ljudi koji su gledali taj događaj preko televizije. Dronovi su letjeli unutar stadiona te tako oborili novi rekord u broju dronova korištenih za unutarnji show.[150]

Na događaju koji je Audi organizirao 2018. godine kako bi predstavio svoj prvi električni SUV automobil, tzv. e-tron, također je bila unutarnja koreografija Shooting Star

[146] https://www.mrodrone.net/
[147] Ibid.
[148] Ibid.
[149] https://www.intel.com/content/www/us/en/technology-innovation/aerial-technology-light-show.html
[150] https://dronelife.com/2019/02/04/intels-drones-light-up-the-super-bowl-again/

dronova. Tijekom manifestacije jednog sudionika je pogodio jedan dron, ali ga nije ozlijedio jer je dron napravljen od plastike i stiropora te oko svoja četiri rotora s donje strane ima zaštitu. Velik je toliko da stane u šaku odrasle osobe. Dronovi u primjeni svjetlosnog spektakla imaju svijetlu budućnost no pitanje je da li je u potpunosti sigurna unutarnja primjena ovih dronova, bez obzira što u ovom slučaju pogođena osoba nije ozlijeđena.[151]

4.20. Dronovi za praćenje meteorološke situacije

Sve više i više dronova se koristi za praćenje vremenskih uvjeta u stvarnom vremenu i na mjestima do kojih ljudi prije nisu mogli doći te su zbog toga jako korisni. Godine 2010. NASA (engl. *National Aeronautics and Space Administration*) je kupila dva Northrop Grumman Global Hawk drona od zračnih snaga SAD-a te su pomoću njih pratili razvoj uragana iz tropskih oluja. Godine 2017. je korištena minijaturna, lagana sonda na NASA-inom dronu „Ikhana" i na iridium satelitskoj komunikacijskoj mreži kako bi pružila podatke o vremenu u stvarnosti. Podatke koje pruža su:[152]

- Temperatura uključujući vlažnost zraka i zaleđenost
- Vjetar i turbulencije
- Brzina zraka
- Visina
- Tlak u odnosu na GPS koordinate pilota

NASA testira dronove-košnice koji mogu svaki ponijeti 25 malih dronova tzv. CICADAs (engl. *Close-in Covert Autonomous Disposable Aircraft*) te se primjer jednog može vidjeti na slici 42. Oni se otpuste s glavnog drona u zraku tijekom oluje i dok klize prema zemlji mjere podatke kao što su tlak, brzina zraka i temperatura. CICADAS je jeftin, GPS upravljan, minijaturni dron.[153]

[151] https://techcrunch.com/2018/09/18/an-intel-drone-fell-on-my-head-during-a-light-show/
[152] https://www.azorobotics.com/Article.aspx?ArticleID=227
[153] https://www.weforum.org/agenda/2019/04/nasa-is-testing-a-hive-of-drones-to-monitor-the-weather



Slika 42. CICADA

Izvor: https://futurism.com/the-byte/nasa-hive-drones-deploy-swarms

Pet načina na koji dronovi poboljšavaju praćenje vremena:[154]

- Oprema na zemlji može mjeriti vrijeme samo sa zemlje dok dronovi mogu pratiti vremenske uvjete par kilometara iznad zemlje
- Kamere s velike visine mogu vidjeti oblake i munje puno prije nego je vidljivo ljudima na zemlji
- Dronovi mogu preletjeti određeno mjesto više puta dok zračni baloni za mjerenje/praćenje vremenskih uvjeta nemaju tu mogućnost
- Jedna od najvećih prednosti dronova je njihovo sigurno slijetanje te mogu ponijeti puno sofisticiraniju opremu za praćenje vremenskih uvjeta u zraku
- Dronovi se mogu približiti olujama kako bi prikupili što točnije podatke bez opasnosti za ljude

Dosadašnja tehnologija praćenja vremenskih uvjeta daje upozorenje od tornada i oluja 14 minuta prije nego li do njih dođe, no s dronovima smatraju da će moći izdati upozorenja sat vremena prije nevremena kako bi ljudi stigli bolje zaštiti svoje živote i imovinu.[155]

[154] http://www.istorytime.com/drones-improving-weather-tracking/
[155] Ibid.

5. MOGUĆNOST PRIMJENE DRONOVA U REPUBLICI HRVATSKOJ

U ovom poglavlju je prikazano 10 potencijalnih primjena dronova u civilne svrhe u Hrvatskoj. Neke od tih primjena se već koriste u svijetu, dok su neke još u fazama testiranja. Također je napravljena anketa od strane autora vezana uz navedene potencijalne primjene dronova u ovom poglavlju. U anketi je sudjelovalo 84 sudionika koji su dali svoj odgovor u kojoj mjeri žele da se određena primjena dronova u civilne svrhe počne koristiti u Hrvatskoj. Rezultati ankete su prikazani na grafikonima u sklopu ovog poglavlja.

5.1. Primjena dronova u prebrojavanju krupne divljači

U Hrvatskoj je 2018. godine provedeno istraživanje prebrojavanja krupnih divljači, specifičnije divljih svinja, u nizinskom području kontinentalnog dijela Republike Hrvatske. Praćenje dronovima iz zraka je precizno, sigurno, jeftino i dobra je preglednost. Prednost je također i mogućnost uvida teško dostupnih područja te približavanje osjetljivim ili agresivnim vrstama.[156]

Najčešća tradicionalna metoda utvrđivanja populacije krupnih vrsta divljači je metoda promatranja u redovitim vremenskim intervalima, metoda identificiranja i brojanja izmeta, metoda prebrojavanja na transektima (uhvati-obilježi-pusti-ulovi metoda) te korištenje senzornih kamera, itd., a u novije vrijeme i metoda DNK analize.[157]

Za ovo istraživanje korišten je dron Inspire sa toplinskom kamerom Zenmuse XT te istrajnosti od oko 20 minuta. Ustanovljeno je da je optimalna visina leta od 100 m najbolja za dovoljno širok kut snimanja (pregled na prilično velikoj površini) te sigurnu detekciju snimanih životinja.

Korištene su dvije metode prebrojavanja. Prva metoda je nesistematsko letenje nad odabranim područjem gdje se očekuje povećana koncentracija istraživane divljači. Nakon što se dron podigne na određenu razinu, on se zatim okreće oko osi y te kamera oko osi x kako bi se vršila detekcija i prebrojavanje odabrane divljači unutar snimane površine. Dobivena je relativna brojnost divljači na snimanoj površini tako što se broj snimljene divljači podijelio s

[156] Tomljanović K, Nosek H, Pernar R, Grubešić M. Mogućnosti primjene lakih bespilotnih letjelica u prebrojavanju krupne divljači. Šumarski list [Internet]. 2018 [pristupljeno 19.08.2019.];142(11-12):621-626. https://doi.org/10.31298/sl.142.11-12.6
[157] Ibid.

površinom obuhvaćenom snimanjem. Utvrđeno je da je ovom metodom pouzdanije prebrojavanje ukoliko se radi o manjim površinama.[158]

Druga metoda predstavlja modificiranu metodu primjernih ploha tj. sistematski let i snimanje po unaprijed određenim pravcima. Zbog toga za ovu metodu dron koristi GPS kako bi se unaprijed programirao let po transektima pri određenoj visini i brzini. Za izračun relativne brojnosti divljači korištena je ista formula kao i kod prve metode samo što je ovdje površina snimanja bila uračunata iz ukupne duljine i širine snimane pruge. Došlo se do zaključka da prvom metodom nije moguće obuhvatiti veću površinu pa je stoga bolja druga metoda. Ta druga metoda generira veću pogrešku, ali kako bi se smanjila ta pogreška potrebno je povećati intenzitet ili broj ponovnih prebrojavanja na transektima.[159]

Mogućnosti koje pružaju dronovi opremljeni s raznim uređajima i pratećim softverima osiguravaju nove načine istraživanja, zaštite i praćenja životinja. Upotrebom dronova se smanjuje potreban broj ljudi za ove zadatke. Isto tako se smanjuju troškovi te povećava preciznost. Tehničke karakteristike kamere će biti još više usavršene razvojem tehnologije te će u budućnosti biti još točnije procjene populacija životinja kojima se gospodari.[160]

5.2. Primjena dronova za praćenje divljih životinja i nadzor lovokrađa

Dosadašnja praksa praćenja divljih životinja je putem ugrađenih senzora u životinje i raznih uređaja za praćenje. Dronovi pronalaze svoju primjenu i u upravljanju divljinom. Dronovi s fiksnim krilima se mogu koristiti npr. na način da prelijeću prašume u potrazi za gnijezdom orangutana. U slučaju praćenju kolonija morskih ptica pokazalo se da dronovi pružaju preciznije podatke nego tradicionalne zemaljske tehnike.[161]

Dronovi i programi koji obrađuju snimljene podatke puno brže i preciznije mjere populacije životinja nego tradicionalne metode. Primjena dronova u ove svrhe isto tako

[158] Tomljanović K, Nosek H, Pernar R, Grubešić M. Mogućnosti primjene lakih bespilotnih letjelica u prebrojavanju krupne divljači. Šumarski list [Internet]. 2018 [pristupljeno 19.08.2019.];142(11-12):621-626. https://doi.org/10.31298/sl.142.11-12.6
[159] Ibid.
[160] Ibid.
[161] https://www.iflscience.com/plants-and-animals/guide-using-drones-study-wildlife-first-do-no-harm/

smanjuje troškove te mogu pratiti divlje životinje i na područjima gdje je teško doći kopnenim putem.[162]

Biolozi se brinu za prirodno stanje životinja te kako promjena vremenskih i ostalih uvjeta utječe na njih. Zbog toga je bitno znati da li i u kojoj mjeri dronovi štete životinjama. Tim francuskih i južnoafričkih biologa proučavalo je reakcije ptica na prisutnost dronova. Pokazalo se da je značajan utjecaj imao samo kut prilaza, a ne brzina i boja drona te broj ponavljanja leta.

Također su istražitelji saznali da su pingvini na Antarktici mnogo oprezniji u prisustvu dronova, a posebno pri nižim visinama. Isto tako se pokazalo da prisustvo dronova utječe na Američke crne medvjede tako što im se povećava broj otkucaja srca za čak 123 otkucaja po minuti. Zanimljivo što se vizualno nije moglo vidjeti da su medvjedi uznemireni što pokazuje da se mora saznati što se događa sa psihologijom životinja u takvim situacijama.[163]

U časopisu Current Biology je objavljen kodeks koji nastoji ublažiti potencijalno uznemiravanje divljih životinja dronovima. Zagovaraju načela predostrožnosti te obavještavaju istraživače da postoje različite reakcije divljih životinja koje se mogu teško uočiti, a mogu imati velike posljedice na životinje. Isto tako taj kodeks pruža praktične preporuke te korištenje opreme koja minimizira podražaj divljih životinja. Osim što se kodeks odnosi na biologe isto se odnosi i na sve ostale ljude koji koriste dronove, jer i oni mogu upravljati dronovima blizu divljih životinja. Kodeks zagovara da se odgovorno koriste dronovi te svjesnost okoline gdje se upravlja dronom i praksa upravljanja drona koja rezultira u minimalnom uznemiravanju divljih životinja.[164]

Dronovi su korisni alati za praćenje divljih životinja no bitno je koristiti tehnike koje imaju minimalan utjecaj na divlje životinje.

Primjena dronova može biti i u detektiranju i pronalaženju lovokradica. Stoga biolozi sve više koriste dronove kako bi smanjili krivolov životinja. U jednom eksperimentu je

[162] https://www.smithsonianmag.com/science-nature/drones-better-counting-wildlife-than-people-180968276/
[163] Ibid.
[164] Ibid.

ustanovljeno da je TIR (engl. *Thermal Infrared*) kamerom velika vjerojatnost otkrivanja lovokradica, a posebno u hladnijem dijelu dana.[165]

5.3. Dronovi za medicinske slučajeve

U Australiji i Indiji su 2017. godine ustanovili da bi dronovi imali velike koristi u medicinskoj primjeni. U slučajevima brze transplantacije organa ili prijevoza krvi uveliko bi se pomoglo područjima na kojima se teže pristupa kopnenim putem ili gdje je potrebna hitna pomoć.[166]

Na sveučilištu Maryland Medical Center u travnju 2019. godine se koristio dron za transplantaciju bubrega. Namjera se da se takva praksa nastavi i dalje. Ovu prvu transplantaciju inicirao je doktor Joseph Scalea koji je bio frustriran dosadašnjom metodom prijevoza organa koja je spora i skupa. Rekao je: „Ova nova tehnologija ima potencijal da pomogne povećati dostupnost organa te pristup transplantaciji. Prijevoz organa od donora do pacijenta je sveta dužnost. Kritično je da pronađemo bolji način prijevoza organa.“[167]

Isto tako bi primjena dronova mogla povećati preživljavanje srčanog udara. Oko milijun Europljana doživi srčani zastoj godišnje, a samo 8 % ih preživi. Nakon što srce prestane kucati mozak ima samo 4-6 minuta prije nego li počne odumirati. Prosječno vrijeme reakcije hitne pomoći je 10 minuta. Alec Momont, koji je diplomirao na Tehnološkom sveučilištu Delft, dizajnirao je dron koji bi stigao do unesrećenog u roku minute kako bi se postotak preživljavanja od srčanog zastoja digao na nevjerojatnih 80 %. Također bi se smanjila smrtnost i u slučajevima utapanja, trauma i dišnih problema jer bi se defibrilator mogao prevoziti dronom.

Prototip ambulantnog drona može dostići brzinu od 100 km/h te stići u roku minute unutar 12 km² udaljenog područja. Dron može letjeti automatski koristeći GPS koordinate, ima masu od 4 kg i napravljen je od kompozitnog karbonskog materijala. Ima ugrađen defibrilator te audio vezu kako bi imao stalnu komunikaciju i pomogao objasniti osobi kako da primijeni defibrilator. Isto ima i kameru koja snima u stvarnom vremenu te medicinski operator može nadgledati situaciju i vidjeti da li je pravilno namješten defibrilator.

[165] https://conservationdrones.org/2019/03/03/new-paper-on-poacher-detection-with-drones/
[166] http://www.droneguru.net/drones-to-deliver-medical-transplants-in-australia-and-india/
[167] https://www.ubergizmo.com/2019/04/organ-transplant-delivery-by-drones/

Četiri od pet slučaja zastoja srca se dogodi u domovima gdje najčešće nema defibrilatora, a i postotak ljudi koji je treniran da ga zna pravilno koristiti je jako nizak. Samo 20% neobučenih ljudi moglo bi ga uspješno koristiti, a Momont smatra da bi se taj postotak mogao podići na 90 % ako bi ljudima u toj situaciji bila pružena instrukcija za uporabu. Također prisutnost medicinskog operatora koji bi davao upute kroz zvučnik na dronu bi smanjilo paniku kod ljudi.

Dron bi trebao imati cijenu od oko 15.000 eura, a Momont je rekao da su već mnogi medicinski stručnjaci iskazali interes za tu primjenu. Predviđa da bi u bliskoj budućnosti mogao biti u standardnoj primjeni, čim se riješe pravne regulative.[168]

Filip Kašić sa Fakulteta Prometnih znanosti u Zagrebu napisao je 2018. godine diplomski rad Projektiranje VTOL letećeg krila za dostavu seruma na teško dostupna područja. S obzirom na geografski oblik RH i pokrivenost ruralnih te teško dostupnih područja zdravstvenim ustanovama u navedenom diplomskom radu je napravljen koncept drona koji će na spomenute lokacije moći dostaviti potrebne medicinske potrepštine.[169]

Za ovu primjenu uvjeti drona su da ima veliki dolet, mogućnost vertikalnog polijetanja i slijetanja te da je autonoman. Isto tako bitna je velika stabilnost i upravljivost. Kako bi ispunio sve navedene zahtjeve projektirano je leteće krilo s mogućnošću vertikalnog polijetanja i slijetanja (engl. *Vertical Take-off and Landing* - VTOL). U spomenutom radu je zaključeno kako će dizajnirana letjelica s odgovarajućom opremom moći izvršavati operaciju za koju je namijenjena.[170]

5.4. Novinarstvo

U anketi Nacionalnog udruženja novinskih fotografa (engl. *National Press Photographers Association* - NPPA) i Centra za novinarsku etiku (engl. *Center for Journalism Ethics* - CJE) u SAD-u se procjenjuje i daje potpora upotrebi dronova u sakupljanju vijesti i izvještavanju. Mnoge TV kuće pa i sami novinari već primjenjuju dronove u svrhu svog posla. Komercijalni dronovi su regulirani već spomenutim zakonima i pravilima no najveći sud za ovu

[168] https://www.iflscience.com/health-and-medicine/ambulance-drone-could-drastically-increase-heart-attack-survival/
[169] Kašuba F. Projektiranje VTOL letećeg krila za dostavu seruma na teško dostupna područja [Diplomski rad]. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti; 2018 [pristupljeno 19.08.2019.] Dostupno na: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:777394
[170] Ibid.

primjenu ima javnost tj. mišljenje ljudi. Nadaju se kako će podaci i analize educirati javnost, poboljšati komunikaciju s njima i ostalim sudionicima te izgraditi podršku za uporabu dronova u istraživanju vijesti i reportažama.[171]

Anketa u kojoj su ljudi bili priupitani da li daju podršku primjeni dronova u novinarske svrhe većinom su odgovori bili neutralni, tj. niti su bili previše protiv niti za primjenu dronova u te svrhe. Shodno tim rezultatima CJE je sugerirao novinskim kućama da naprave specifična pravila vezana uz uporabu dronova. To je uključivalo jasno objašnjenje kako uporaba dronova može pomoći javnom interesu te na izgradnji općenitog povjerenja ljudi koje će se zatim proširiti i na povjerenje o uporabi dronova. Također TV kuće trebaju otvoreno pričati o primjeni dronova i poticati javnost da sudjeluje i komentira njihovu uporabu.[172]

Novinari najčešće koriste dronove kako bi snimili videa i slike, ali se isto tako mogu koristiti i za emitiranje vijesti uživo, prikupljanje podataka i karata terena. Kako ova primjena pripada u komercijalnu uporabu tako i novinari koji upravljaju dronovima moraju položiti propisane testove za upravljanje dronom. U školovanjima stotine novinara 2017. i 2018. godine kako bi prošli FAA certifikat za dronove također su dobili i etičke instrukcije.[173]

Navedena analiza je napravljena na 92 punoljetna novinara iz SAD-a putem interneta. Analiza je trajala od 15. prosinca 2017. godine do 24. siječnja 2018. godine. Sudionici su bili starosti između 45 i 54 godine te je 76% bilo muškaraca, a 81% njih je imalo diplomu prvostupnika.[174]

Analiza je pokazala da većina (82%) osobno ili netko od kolega u redakciji ima dron. Također većina (85%) njih ili netko od kolega u redakciji ima položeni certifikat za komercijalno upravljanje dronom. Trećina njih i njihove redakcije nije razvilo politiku o upravljanju dronovima i 37% ih nije poduzele nikakve radnje kako bi dali javne informacije o uporabi dronova ili politike redakcije.[175]

Sudionici su većinom podržali primjenu dronova u pribavljanju podataka i reportaži. Priče tj. vijesti koje su dobile najviše potpore za primjenu dronom su: vijesti o okolini, vanjskim aktivnostima, vremenu, prometu i istragama dok su vijesti vezane uz poznate ličnosti i živote

[171] https://ethics.journalism.wisc.edu/drones-in-the-news/#1441873920568-18a8a48a-7614
[172] Ibid.
[173] https://ethics.journalism.wisc.edu/drones-in-the-news/#1496936499159-f275bb28-43d3
[174] https://ethics.journalism.wisc.edu/drones-in-the-news/#1496936594207-711642aa-7777
[175] https://ethics.journalism.wisc.edu/drones-in-the-news/#1496936728700-1707d200-c68f

političara dobile najmanje potpore. Sudionici su rekli da im prepreke vezane za upotrebu dronova u redakciji ne brinu no od ponuđenih prepreka najveća je bila sigurnost i odgovornost. Također je analiza pokazala da većina sudionika ne bi iskoristila snimke ljudi, koji su nepropisno koristili vlastiti dron u snimanju nekog događaja te ako su na snimci privatna zemljišta i ljudi. Sudionici ankete su izvijestili da bi koristili radije podršku profesionalnih organizacija poput CJE i NPPA u vezi smjernica za usvajanje primjene dronova u redakciju preko interneta nego podršku na sastancima uživo.[176]

Na temelju analize ankete novinara i prijašnje ankete javnosti da li prihvaćaju dronove u svrhu pribavljanja vijesti i reportaži došlo se do zaključka da bi TV kuće i novinari trebali biti uključeni u aktivne procese povezanim s uporabom dronova. Prema tome bi svi trebali razviti politiku vezanu za uporabu dronova koja bi bila javna i dostupna svima. Isto tako ne smiju se orijentirati samo na kvalitetu videa i podataka nego prioritet mora biti doprinos javnom interesu. Također bi trebali moći naučiti upravljati dronovima i žene, a ne da budu većinom muškarci što je u ovoj analizi bio slučaj. Trebalo bi sve snimke i fotografije koje su napravljene s dronom obilježiti i kada se stavljaju na Internet povezati s politikom o uporabi dronova. Bitno je raditi u skladu sa zakonom te poticati odgovorne operacije dronova od strane reportera i rekreativaca te ne podržavati opasne operacije dronova. Isto treba omogućiti da publika sugerira neke ideje za reportaže koje bi imale veliku korist od snimanja dronom te bi samim tim puno više publika sudjelovala i stvorila bi se željena dvosmjerna komunikacija. Komunikacija putem društvenih mreža o temama u vezi dronova se mora prakticirati. Kada je moguće i sigurno na mjestu snimanja događaja bilo bi dobro odgovoriti na pitanja o uporabi dronova.[177]

Glavne prednosti dronova u odnosu na standardne korištene helikoptere su:[178]

- Mogu se približiti bliže mjestu događanja
- Imaju brži odaziv
- Manje su bučniji od helikoptera (jako je bitno za dobar zvuk snimki)
- Puno manji troškovi
- Okretniji su od helikoptera

[176] https://ethics.journalism.wisc.edu/drones-in-the-news/#1496936728700-1707d200-c68f
[177] https://ethics.journalism.wisc.edu/drones-in-the-news/#1441873920660-a173daba-0456
[178] https://mydeardrone.com/uses/

5.5. Dronovi za obavljanje očevida prometnih nesreća

U radu policije za obavljanje očevida prometnih nesreća još se koriste tradicionalne (ručne) metode mjerenja kao što su mjerna traka, metalni metar i mjerna kolica, na što se gubi nedopustivo mnogo vremena. Problematika kriminalističkog istraživanja cestovnih prometnih nesreća je stara koliko i cestovni promet. Povodom prometne nesreće koju kriminalistički istražuje policija sastavlja minimalno tri ključna elementa: zapisnik o očevidu, skica mjesta događaja (situacijski plan) i foto ili video zapis.[179]

Glavni nedostatak ručnog mjerenja je dugotrajnost postupka te nepotpuno precizno mjerenje. Novija metoda mjerenja je uz pomoć totalne mjerne stanice koja se sastoji od uređaja mjerne stanice i ručnog računala. Mjerenjem većeg broja točaka dobiva se precizniji prikaz mjesta događaja. Ova metoda daje jako visoku točnost izmjerenih podataka. Također bi se skratili zastoji na cestama uslijed skraćenja očevida.

Optimalna fotografija za rektifikaciju mjesta događaja je ona koja je snimljena iz položaja što bliže „ptičjoj perspektivi“. Pojavom dronova vrlo je uspješno riješen problem optimalne fotografije za rektifikaciju. Rektifikacija digitalne fotografije uz pomoć PC Rect-a (kompjutorski program za izradu prikaza mjesta događaja prometne nesreće) je jedna od pouzdanijih metoda prikaza mjesta događaja.[180]

Kamera drona može istovremeno bilježiti video i foto zapis u visokoj HD rezoluciji. Na osnovu samo jedne fotografije iz drona je moguće sačiniti situacijski plan nekog raskrižja, uz vrlo visoku točnost, bez prevelikog utroška vremena. Osim za točnu izmjeru mjesta događaja i pronađenih tragova dronovi se s PC Rect-om mogu koristiti kod mjerenja veličine i oblika deformacija vozila kada je potrebno napraviti tlocrtnu snimku vozila.

Dronovi mogu unaprijediti kriminalističko istraživanje prometnih nesreća no takav model se može primijeniti i u kriminalističkom istraživanju svih drugih sigurnosnih događaja. Klasični način fiksiranja mjesta događaja (koji je zastupljen u praksi policije RH) je zastario jer dronovi daju brze i točnije rezultate, imaju mogućnost kontrole i autokontrole fiksiranog stanja

[179] Mršić Ž, Klanac M. Suvremene tehnologije u obavljanju očevida prometnih nesreća. Kriminalistička teorija i praksa [Internet]. 2016 [pristupljeno 19.08.2019.];3.(2/2016.):205-225. Dostupno na: https://hrcak.srce.hr/182428
[180] Ibid.

te eventualno ispravljanje propuštenog prilikom obavljanja očevida. Korištenje dronova u ovu primjenu se može percipirati kao bliska budućnost policijske prakse u RH.[181]

5.6. Primjena dronova na prometnoj infrastrukturnoj mreži

Uslijed učestalih naglih klimatskih promjena se pojavljuju odroni na prometnoj infrastrukturnoj mreži što se odražava i na samu sigurnost. Vrijednost cestovne i željezničke infrastrukture u EU se procjenjuje na 9,7 trilijuna eura. Hitni popravci su 10 puta skuplji od redovnog održavanja prometne infrastrukture.[182]

Zbog globalnog zatopljenja i topljenja ledenjaka diže se razina mora te su učestalije poplave. Drugi utjecaj su visoke temperature i suše prilikom koji se skupljaju i pucaju stijene te za vrijeme intenzivnih oborina dolazi do bujanja stijena, erozije i poplavljivanja. Procjenjuje se da će idućih godina ti učinci biti još veći.

Odroni predstavljaju veliku opasnost u Hrvatskoj gdje je to česta pojava zbog toga što 54 % kopnene površine prekriva krš. Veliki dio hrvatskih autocesta duljine 570 km prolazi kroz brdoviti i krškim terenom te još veći dio državnih cesta u duljini 2.200 km i željezničkih pruga u duljini 2.796 km gdje su padine još strmije i manje zaštićenije.[183]

Nažalost u Hrvatskoj ne postoji sustavno prikupljanje podataka o odronima niti smjernice za projektiranje sustava zaštite od odrona nego se samo slijede i usvajaju europska iskustva i standardi. Zbog takvog stanja potrebno je razviti metodologiju klasifikacije stijenskih odrona u kršu i strategiju zaštite od odrona koja bi iskoristila dostupne podatke o dosadašnjim odronima, klimi i klimatskim promjenama. Iz tih podataka se onda trebaju razviti smjernice za sustav zaštite od odrona koji bi odgovarao hrvatskom podneblju.

U Hrvatskoj preglede autocesta obavlja ophodarska služba i Tehnička jedinica za održavanje uz prisutnost inženjera građevine i geologije. Postoje sezonski, godišnji, glavni i izvanredni pregledi. Preglede željeznica obavlja čuvar ophodar i voditelj nadzorne grupe zajedno sa svojim pomoćnicima radi uočavanja bilo kakvih promjena koje mogu utjecati na sigurnost.[184]

[181] Ibid.
[182] Jurić Kaćunić D, Librić L, Car M. Primjena bespilotnih letjelica na prometnoj infrastrukturnoj mreži. Građevinar [Internet]. 2016 [pristupljeno 19.08.2019.];68(04.):287-300. https://doi.org/10.14256/JCE.1382.2015
[183] Ibid.
[184] Ibid.

Za analizu je bitno poznavanje geometrijskih i mehaničkih svojstava stijenskih pokosa i kamenih blokova. Mehanička svojstva se mogu dobiti pomoću laboratorijskih i terenskih ispitivanja, dok se geometrijske karakteristike mogu dobiti samo uz pomoć terenski mjerenja. Zbog nepristupačnosti terena mjerenje nagiba površina može biti jako opasno po radnike. Vizualni pregledi i prikupljanje 3D podataka klasičnim geodetskim metodama je nepotpuno jer je potrebno jako puno podataka koje nije moguće dobiti bez direktnog kontakta s objektom izmjere.

Razvojem tehnologije i uvođenjem laserskog skeniranja postignut je veliki napredak. Postoje dvije tehnologije laserskog skeniranja, sa zemlje (engl. *Terrestrial Laser Scanning* - TLS) i iz zraka (engl. *Airborne Laser Scanning* - ALS). Pomoću ALS-a se može pokriti puno veći te nepristupačni prostor na brži i sigurniji način. Isto tako se ALS može koristiti na područjima gdje zbog nepovoljne koncentracija štetnih plinova ili visokih temperatura nije pogodno za boravak ljudi, a prilikom snimanja prometnica se ne mora uopće zaustavljati promet.[185]

Međutim problem je visoka cijena jednim dijelom zbog stručnih osoba za obradu podataka, a drugim dijelom zbog helikoptera i ljudi koji upravljanju njime. Upravo zbog smanjivanje cijene, pa i vremena obavljanja zadataka mogu se koristiti dronovi. Uvjeti dronova za snimanje terena su: izvođenje planiranog leta definiranog prije samog snimanja, mogućnost nošenja opreme za snimanje i navigaciju, autonomija leta te mogućnost apsorbiranja vibracija te ostalih vanjskih utjecaja prilikom samog leta.

U svijetu se sve više počinju koristiti dronovi u ove svrhe. Jedna od potencijalnih prednosti primjene dronova je mogućnost interaktivne ocjene stanja prometne infrastrukture. Operator drona upravlja njime, snima fotografije i uočava potencijalne probleme na lokaciji. Sa mogućnošću interakcije i dijeljenjem snimaka s drona u realnom vremenu, osobe u uredima koje vide isto što i operator mogu aktivnije promatrati nasip ili potencijalni odron. One su staloženije i mogu detaljnije razmotriti lokaciju i uočiti problem.[186]

Dronovi mogu istraživati i snimati teško pristupačna područja, a u slučaju neispravnosti ili pada drona život udaljenog pilota nije ugrožen. Primjenom dronova se u

[185] Jurić Kaćunić D, Librić L, Car M. Primjena bespilotnih letjelica na prometnoj infrastrukturnoj mreži. Građevinar [Internet]. 2016 [pristupljeno 19.08.2019.];68(04.):287-300. https://doi.org/10.14256/JCE.1382.2015
[186] Ibid.

velikoj mjeri mogu poboljšati, pa čak i zamijeniti u potpunosti klasični načini kartiranja, određivanja volumena, poprečnih presjeka, slojnica i dr. parametara. S obzirom na potencijal dronova za ovu primjenu sve se više znanstvenoistraživačkih projekata bavi ovom tematikom. Jedan od njih je DESTination RAIL koji financira EU u sklopu programa Obzor 2020, a u njemu sudjeluje i Hrvatska sa Zavodom za geotehniku Građevinskog fakulteta iz Zagreba (kao znanstvenoistraživačka institucija) te HŽ (Hrvatske željeznice) Infrastruktura d.o.o. kao institucija odgovorna za upravljanje željeznicama.[187]

5.7. Razminiranje teritorija

Uslijed Domovinskog rata u RH mnogo je mina postavljeno na hrvatsko tlo. Radi sigurnosti građana od velike važnosti je razminiranje Hrvatske.

Dronovi mogu biti od velike pomoći u razminiraju terena. Povećavaju sigurnost, puno je veća transparentnost izvještavanja te pružaju bolju kvalitetu informacija tijekom operacija razminiranja. Dronovi detektiraju područje mina tako što pregledavaju kamerom teren te skupljaju informacije. Kvaliteta kamere na dronu je najbitnija za ovu primjenu. Fotografija se može poboljšati uklanjanjem infracrvenog filtera s kamere. Na slici 43. je prikazana usporedba fotografije sa i bez infracrvenog filtera. Osim što pružaju sigurnost dronovi ubrzavaju proces razminiranja terena te mogu pregledavati teško dostupna područja.[188]



Slika 43. Razlika između fotografija slikanih sa i bez infracrvenog filtera

Izvor: Fardoulis J. S., Smith D. A., Payton O. D., Scott T. B., Freer J. E., Day J. C. C.: Deploying Low Cost, Small Unmanned Aerial Systems in Humanitarian Mine Action, Book of Papers: The 14th International Symposium "MINE ACTION 2017", Biograd na Moru, Croatia, 2017., str. 114.

[187] Ibid.

[188] Fardoulis J. S., Smith D. A., Payton O. D., Scott T. B., Freer J. E., Day J. C. C.: Deploying Low Cost, Small Unmanned Aerial Systems in Humanitarian Mine Action, Book of Papers: The 14th International Symposium "MINE ACTION 2017", Biograd na Moru, Croatia, 2017., str. 111.-117.

Jedan od dronova koji bi se mogao koristiti za pomoć u razminiranju hrvatskog teritorija je dron MD4-1000 koji je prikazan na slici 44. On se koristio 2014. godine u Bosni i Hercegovini za identificiranje novih lokacija mina nakon velikih poplava. Dolet mu je 40 km, a u zraku može ostati do 88 minuta.



Slika 44. Dron MD4-1000

Izvor: https://www.microdrones.com/en/mdaircraft/md4-1000/

Na slici 45. vidljivo je područje Hrvatske i ostalih država na Balkanu na kojima još ima mnogo mina. Prema prikazanim podacima vidljivo je da je neophodna potreba za što bržim razminiranjem cjelokupnog terena, pa i Hrvatskog. Dronovi su moćan alat za primjenu u svrhe razminiranja.[189]

[189] Copi G.: Drones and mine action - The Balkan floods case, ANVCG, Italy, 2016.



Slika 45. Koncentracija mina na Balkanu 2008. godine

Izvor: Copi G.: Drones and mine action - The Balkan floods case, ANVCG, Italy, 2016.

5.8. Prijevoz ljudi

Uber surađuje s FAA kako bi što prije uveo u primjenu uslugu dijeljenje zračnog taxija. Na samitu Uber Elevate 2018. godine izjavili su da će na početku letjeti s pilotom no da je krajnji plan da letjelice bez pilota prevoze putnike zrakom.[190]

Na Uber Elevate samitu u Los Angeles-u 2019. godine Uber je otkrio svoje partnere i dizajne koncepata za uberAIR. UberAir je mreža „zračnog taxija“. Cilj je početi testiranje ovih letova 2020. godine u Dallas-u, Texas-u i Los Angeles-u, dok planiraju da će 2023. godine početi sa komercijalnom primjenom. Također su predstavili razne koncepte „zračnih luka“ (skyports). Svaki koncept mora moći primiti 4.000 putnika po satu unutar tri jutara zemlje (to je približno 17.000 m²). Također dronovi moraju imati mogućnost električnog punjenja između letova.[191]

Predstavili su razne koncepte „zračnih luka“. Jedan od koncepta je prikazan na slici 46., koji bi mogao podržati 52 slijetanja i polijetanja po satu, po modulu. 2028. godine bi ta zračna luka mogla podržati 600 polijetanja i slijetanja. Zanimljivost ovog dizajna je što

[190] https://www.digitaltrends.com/cool-tech/uber-elevate-flying-cars/
[191] https://techcrunch.com/story/uber-details-aerial-ride-hailing-platform-at-elevate/

omogućava solarno punjenje. Isto tako koristi robote za okretanje zračnih taxija (dok su parkirani) kako bi ih okrenuli u bolji položaj za što brže polijetanje.[192]



Slika 46. Koncept "zračne luke" od firme Gannett Fleming

Izvor: https://techcrunch.com/story/uber-details-aerial-ride-hailing-platform-at-elevate/

UberAir bi imao 4 velika rotora (tiltrotor) na krilima i repu koja bi se iz vertikalnog (za polijetanje i slijetanje) položaja okretala u horizontalni (za letenje) položaj te tako imala najefikasnije performanse. Rotori bi trebali biti visoko montirani kako putnici prilikom ulaska/izlaska u/iz drona ne bi trebali saginjati glavu.

Uber sudjeluje s mnogim proizvođačima letjelica jer sam Uber ne proizvodi letjelice. Jedan od mnogih partnera (više od 70) je Karem Aircraft, proizvođač vojnih i civilnih letjelica sa tilt rotorom. Ideja Uber Elevate-a je da se naprave uz pomoć svih partnera baterije, zračne luke i zračni taxi (uberAIR), ali sve ekološko i bez zagađivanja okoline. Uber Elevate-ov krajnji cilj je da pokrene i upravlja mrežom dijeljenja vožnje malih električnih dronova, koji u svakom trenutku mogu prevoziti četiri putnika. Nadaju se kako bi uberAIR mogao dosegnuti brzinu od 320 km/h. Dolet bi bio do 100 km te bi morali prometovati na visini od 300 do 600 metara iznad tla. Također bi bili relativno tihi zahvaljujući električnim motorima.[193]

[192] https://techcrunch.com/story/uber-details-aerial-ride-hailing-platform-at-elevate/
[193] Ibid.

Uber planira razviti mnogo kompleksniji sustav upravljanja zračnim prostorom nego što trenutno znači kontrola zračnog prometa. Uber-ov šef zrakoplovstva, Allison je rekao: „Zračni transport je puno više reguliraniji, te stoga mora biti veoma koordiniran.“[194]

Uber se udružio i s tvrtkama za nekretnine kako bi napravio zračne luke potrebne za uberAIR mrežu.

Uber navodi kako će usluga zračnog taxija u početku koštati $5,73 po putničkoj milji (1 milja je 1,6 km). Ubrzo bi ta cijena trebala pasti na $1,86 po putničkoj milji, dok bi poslije došla na idealnih $0,44 po putničkoj milji. U tom trenutku jeftinije bi bilo koristiti uslugu uberAIR-a nego osobni auto.[195]

Isto tako Allison je rekao kako je Uber napravio studiju u kojoj su pitali ljude da li bi koristili uslugu dijeljenja zračnog taxija da trenutno postoji. Studija je pokazala iznenađujuće ogromnu potražnju, točnije 700 milijuna ljudi bi koristilo navedenu uslugu.[196]

U Dubaiju se također testiraju dronovi za usluge taxija firme Virmana. Planiraju uvesti ove dronove u uporabu u Dubaiju do 2020. godine. Navedeni dronovi imaju brzinu krstarenja od 400 km/ te mogu ponijeti teret do 400 kg.[197]

Također je u Dubaiju 2017. godine testiran drugi dron naziva Volocopter istoimene njemačke tvrtke. Dolet mu je 50 km sa istrajnosti 30 min te mu je maksimalna brzina 100 km/h.[198] Njegov početak komercijalne primjene se planira krajem 2020. godine. Baterije će mijenjati roboti prije svakog leta. Moći će prevoziti dva putnika, a ukrcaj i iskrcaj putnika će se odvijati u Volo-čvorištima[199]. Cilj im je prevoziti 100.000 putnika po satu diljem svijeta unutar slijedećih 10 godina.[200]

5.9. Dostava pošte i paketa

Dronovi se mogu koristiti za razne dostave. Sve dok je paket dopuštene mase i veličine za određeni dron, postoji mogućnost da ga se preveze dronom. Prednosti dronova za primjenu

[194] https://techcrunch.com/story/uber-details-aerial-ride-hailing-platform-at-elevate/
[195] Ibid.
[196] Ibid.
[197] https://www.timeoutdubai.com/news/382720-flying-taxis-expected-to-launch-in-dubai-by-2020
[198] https://www.timeoutdubai.com/travel/news/79151-dubais-flying-taxis-complete-first-test-flight
[199] Volo-čvorište- to je stanica namijenjena za polijetanje, slijetanje i parking Volocoptera, a uz to ima mogućnost punjenja i održavanja Volocoptera
[200] https://edition.cnn.com/2019/06/07/sport/volocopter-air-taxi-green-travel-nico-rosberg-supercharged-spt-intl/index.html

dostave je ekonomska isplativost, brža dostava, smanjenje zagađenja okoline te može obaviti dostavu na zabačena i nepristupačna mjesta. Privatnost i sigurnost ljudi i imovine su najveća briga te se zbog toga transport mora odvijati po svim pravilima.[201]

Dronovima se mogu prevoziti razne stvari poput: hrane, pića, čaja, pizze, kave, novina, medicinske opreme, itd. Neke od tvrtki koje testiraju i koje koriste dronove za transport su: 7-Eleven, AHA, Alibaba, Alphabet (Google), Amazon, Boeing, FedEx, Domino's Pizza, Zipline, Swiss Post, itd.

Uber testira dostavu hrane putem dronova za tzv. Uber Eats[202] u urbanim okruženjima. Završena je početna faza testiranja na Sveučilištu San Diega u suradnji s McDonaldsom. Kasnije tokom 2019. godine Uber planira proširiti suradnju s drugim lancima prehrane. Uber bi vršio djelomičnu dostavu. Nakon što korisnik naruči hranu u restoranu oni je pripreme i stave na dron. Taj dron će letjeti do unaprijed određene lokacije. Uber-ov sustav Elevate Cloud će pratiti dron i obavijestiti vozača Eats Delivery-a gdje i kada mora doći po hranu. Vozač će zadnju udaljenost prijeći kako bi dostavio i predao hranu kupcu u ruke. Sva testiranja Uber radi u suradnji sa FAA.[203]

U Australiji, točnije državi Canberri, Google testira i radi dostave hrane i kave putem dronova. Korisnici će putem aplikacije moći izabrati hranu koju žele te će narudžba doći u restoran koji će pripremiti i zapakirati hranu. Zatim će doći dron na koji će se prikvačiti taj paket s naručenom hranom. Korisnik će imati mogućnost da odabere bilo koju lokaciju za dostavu svoje narudžbe, bilo da je čak vani u parku. No nisu svi stanovnici Canberre oduševljeni jer neki smatraju da su dronovi bučni te da narušavaju privatnost i sigurnost.[204]

Godine 2016. DHL Deutsche Post lansirala je prvi dron za dostavu paketa putem DHL Parcelcopterom. Namjena im je prvenstveno područja sa lošom infrastrukturom ili gdje je standardna metoda dostave predugačka i spora.[205]

[201] https://mydroneauthority.com/industry/drone-delivery/
[202] Uber Eats- platforma za naručivanje i dostavu hrane iz lokalnih restorana
[203] https://techcrunch.com/2019/06/12/uber-will-start-testing-eats-drone-delivery/
[204] https://www.ubergizmo.com/2019/01/google-coffee-delivery-drones-australia/
[205] https://www.dronezon.com/drones-for-good/drone-parcel-pizza-delivery-service/

Deset tvrtki u SAD-u je dobilo odobrenje od FAA da može koristiti svoje dronove za komercijalnu primjenu te upravljati njima van vidokruga udaljenog pilota. Među njima je i tvrtka Flirtey koja prevozi defibrilatore pomoću dronova.

Dostava dronovima je tržišni sektor koji je tek u svom začetku. Najveće tvrtke svijeta ulažu novce u dronove kako bi bili spremni za masovnu komercijalnu primjenu. U većini zemalja zakoni zaostaju u odnosu na razvoj tržišta no i to se polako počinje mijenjati. Procjenjuje se da će globalno tržište dronova doseći brojku od 127 milijardi godišnje. [206]

Po pitanju dostave vrijeme će pokazati kako će se implementacija dronova odvijati, tj. hoće li ljudi prihvatiti da tisuće dronova lete iznad njihovih glava ili će se većinom koristiti za područja koja su udaljenija i nemaju razvijenu infrastrukturu.

5.10. Telekomunikacije i pristup internetu

Tvrtka Softbank jedna od najvećih svjetskih telekom operatora te je predstavila solarno pogonjeni internetski dron Hawk 30, koji je prikazan na slici 47. Razvija ga tvrtka HapsMobile, koja je podružnica tvrtke Softbank. Hawk 30 je dron napravljen za „stratosferske telekomunikacije“, tj. leti u s stratosferi na visinama 20 km od tla. Svrha mu je dijeliti povezanost područjima na zemlji gdje nije izvodljivo postavljanje kablova poput planina, udaljenih otoka, državama u razvoju itd. Dron Hawk 30 bi bio HAPS-a (engl. *High Altitude Platform Station*) tj. „leteća bazna stanica“.[207]

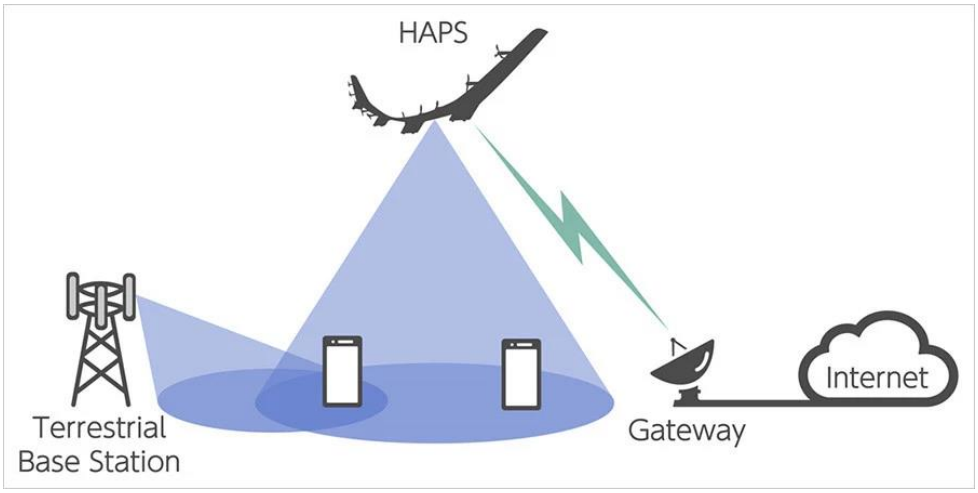
[206] https://mydroneauthority.com/industry/drone-delivery/
[207] https://venturebeat.com/2019/04/25/softbank-unveils-solar-powered-internet-drone-invests-125-million-in-alphabets-loon/



Slika 47. Internetski dron Hawk 30

Izvor: https://venturebeat.com/2019/04/25/softbank-unveils-solar-powered-internet-drone-invests-125-million-in-alphabets-loon/

Širenjem Internet stvari i 5G interneta ovaj dron bi se mogao povezivati s postojećim infrastrukturama telekomunikacije. Pružao bi dodatni kapacitet te konstantnu povezanost, čak i za vrijeme prirodnih katastrofa. Na slici 48. može se vidjeti primjer povezanosti „leteće bazne stanice“ s postojećom infrastrukturom na zemlji.[208]



Slika 48. Ilustracija kako HAPS može raditi u suradnji s već postojećom infrastrukturom

Izvor: https://venturebeat.com/2019/04/25/softbank-unveils-solar-powered-internet-drone-invests-125-million-in-alphabets-loon/

[208] https://venturebeat.com/2019/04/25/softbank-unveils-solar-powered-internet-drone-invests-125-million-in-alphabets-loon/

Pola populacije još nema pristup internetu te bi se primjenom navedenog drona eliminirala digitalna podjela. Hawk 30 je 78 metara dugačak dron sa 10 propelera montiranih na krilima te leti brzinom 110 km/h. Na krilima ima postavljene solarne panele s obzirom da je uvijek iznad oblaka i stalno u kontaktu sa sunčevom svjetlošću. Zajedno s povoljnom stratosferskom klimom može letjeti nekoliko mjeseci bez slijetanja.[209]

Navedeni stratosferski dron djeluje u području između satelita i zemaljske infrastrukture zbog čega nema probleme drugih metoda poput značajnih kašnjenja veze i prekida rada infrastrukture na zemlji uslijed prirodnih katastrofa.[210]

Isto tako se mogu koristiti dronovi, tzv. „leteće COW" (engl. *Cells On Wings*) na područjima pogođenim katastrofom ili iznenadnog nedostatka mreže. Oni djeluju kao privremeni mobilni tornjevi te pružaju telekomunikacijske usluge u kratkom vremenu. Mogu letjeti do 120 metara te pružaju bežičnu širokopojasnu telekomunikaciju na prostoru od 36 km² maksimalno 24 sata.[211] Godine 2017. tvrtka AT&T je koristila navedene dronove u Puerto Rico-u kako bi pružili ljudima na tom području telekomunikacijsku povezanost nakon što je uragan „Maria" uništio infrastrukturu telekomunikacije.[212]

5.11. Anketa

U svrhu ovog rada provedena je anketa u kojoj su sudionici ankete upitani u kojoj mjeri bi htjeli da se uvede određena primjena dronova u civilne svrhe u Republici Hrvatskoj. Anketa je napravljena u Google obrascu na internetu te su prikazani grafovi rezultata ankete isto s tog izvora.

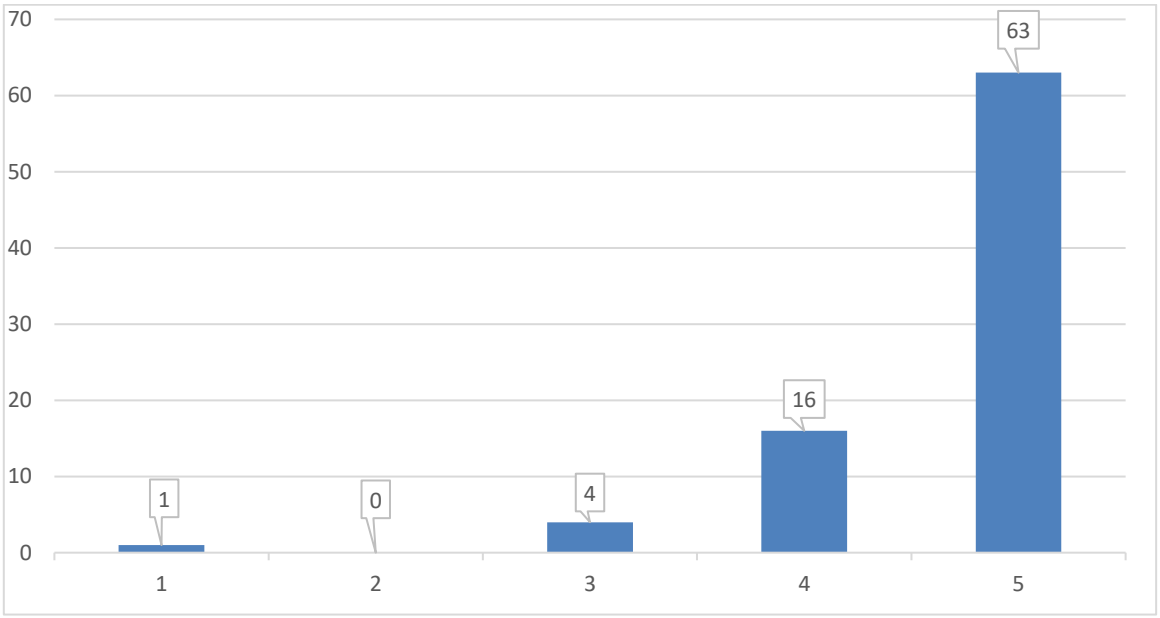
U anketi je bilo postavljeno deset pitanja. Na svako pitanje ispitanici su mogli odgovoriti s brojem od 1 do 5. Broj 1 znači da nisu uopće za to da se uvedu dronovi za određenu primjenu u Hrvatskoj dok broj 5 označava da su jako zainteresirani i da bi htjeli uvesti određenu primjenu dronova u Hrvatskoj.

U anketi su sudjelovala 84 ispitanika, a najviše ih je bilo u dobi od 18 do 25 godina, točnije njih 60 (72%). U dobi od 26 do 33 godina ih je bilo 15(18%), dok 8 (10%) ima više od 33 godine. Anketa je provedena u razdoblju od 14.08.2019. do 18.08.2019. Isto tako je bitno

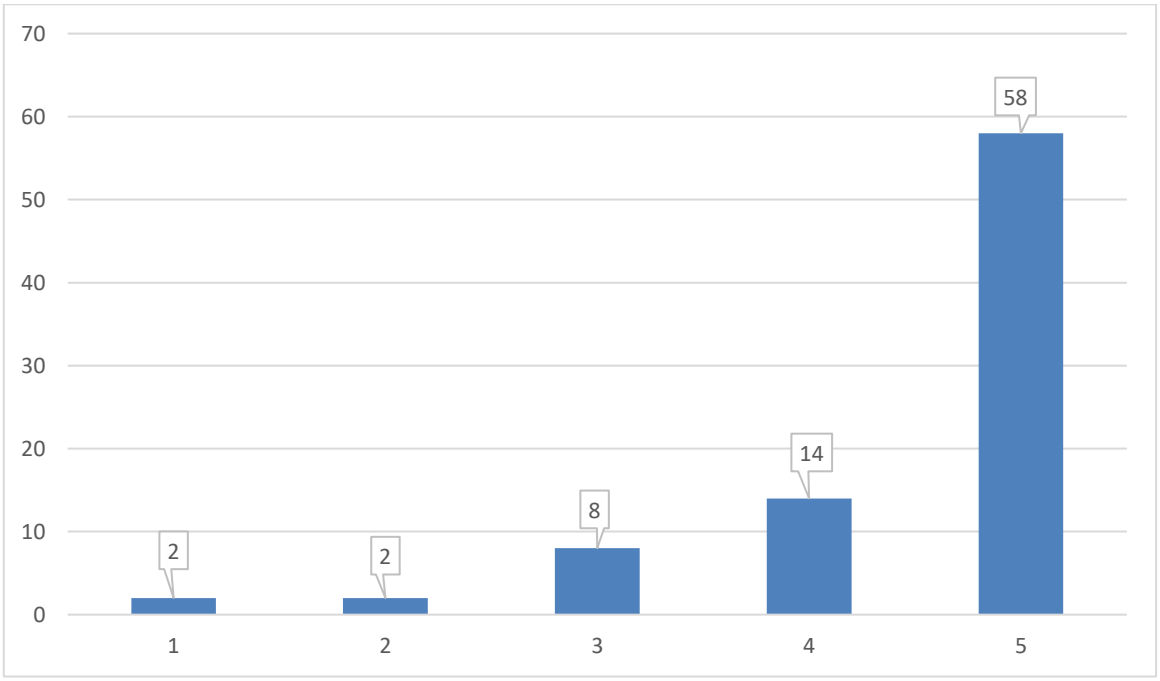
[209] Ibid.
[210] Ibid.
[211] https://www.wired.com/brandlab/2018/11/bird-plane-flying-cell-tower/
[212] https://www.rcrwireless.com/20180309/how-telecom-operators-can-benefit-from-drones-tag27-tag99

napomenuti da je balans između muških i ženskih ispitanika, točnije 52% njih su bili muški dok je 48% bilo žena. Ispitanici nisu zaposleni u industriji dronova, niti postavljena pitanja u anketi sugeriraju odgovor tako da rezultati ankete odražavaju pravo mišljenje ispitanika. Svi sudionici ankete su bili državljani Republike Hrvatske.

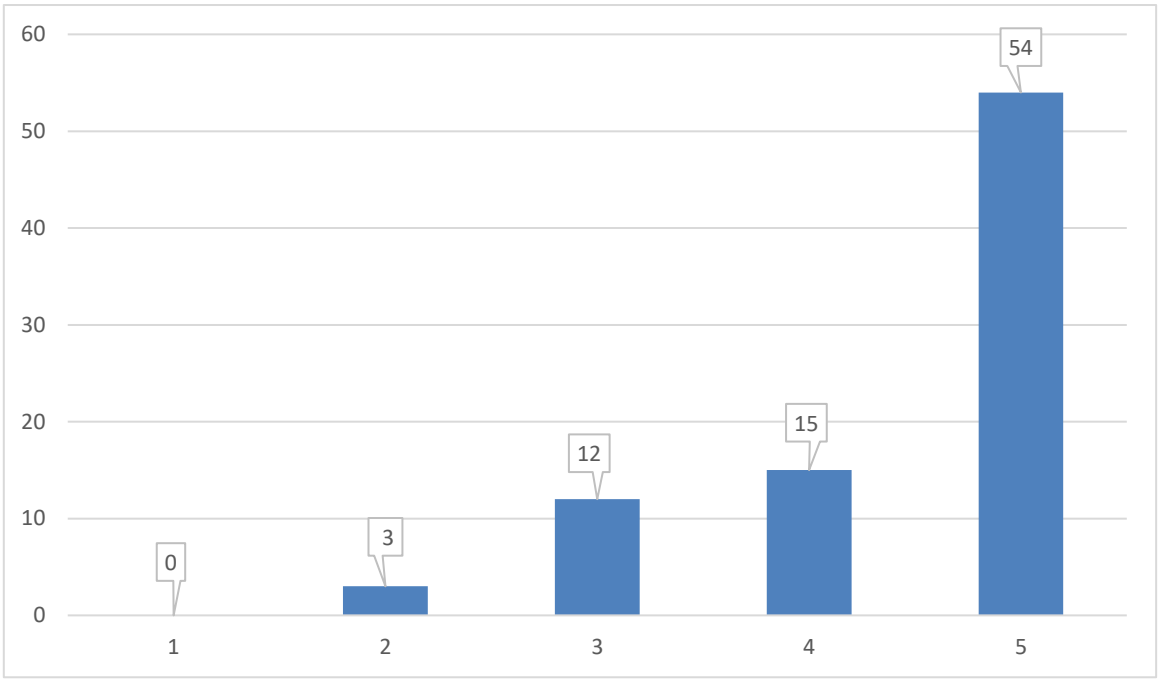
Na grafikonima od 1. do 10. su prikazani rezultati provedene ankete, a grafikoni su napravljeni od strane autora, prema podacima dobivenim iz ankete.



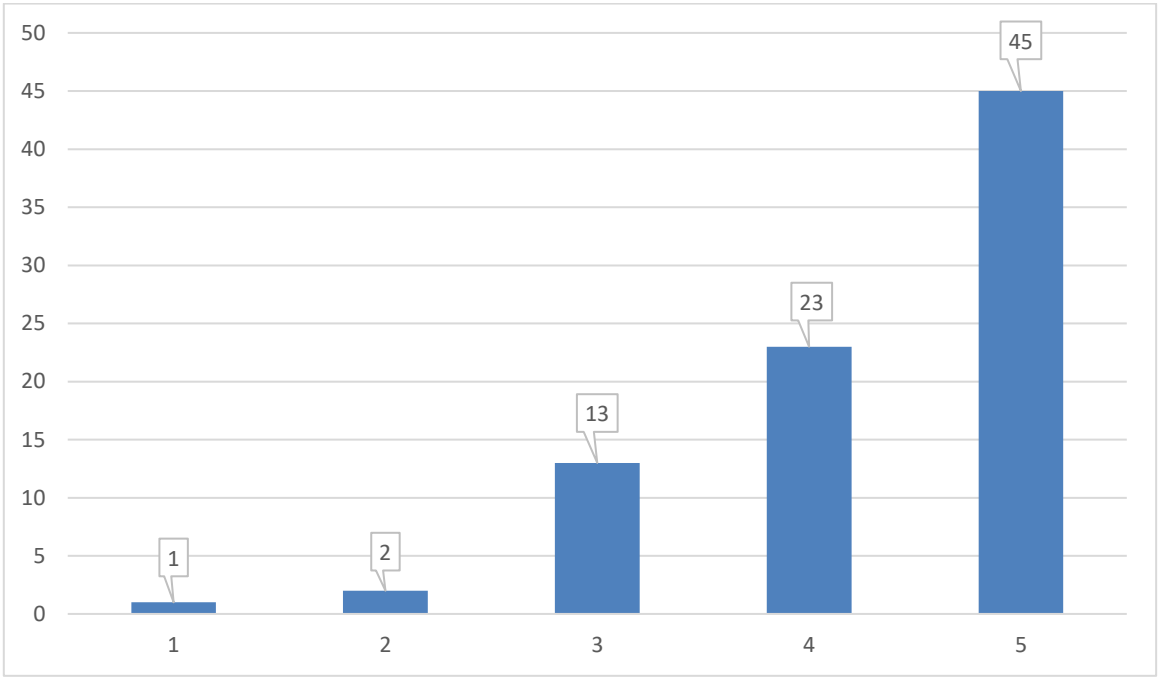
Grafikon 1. Razminiranje teritorija



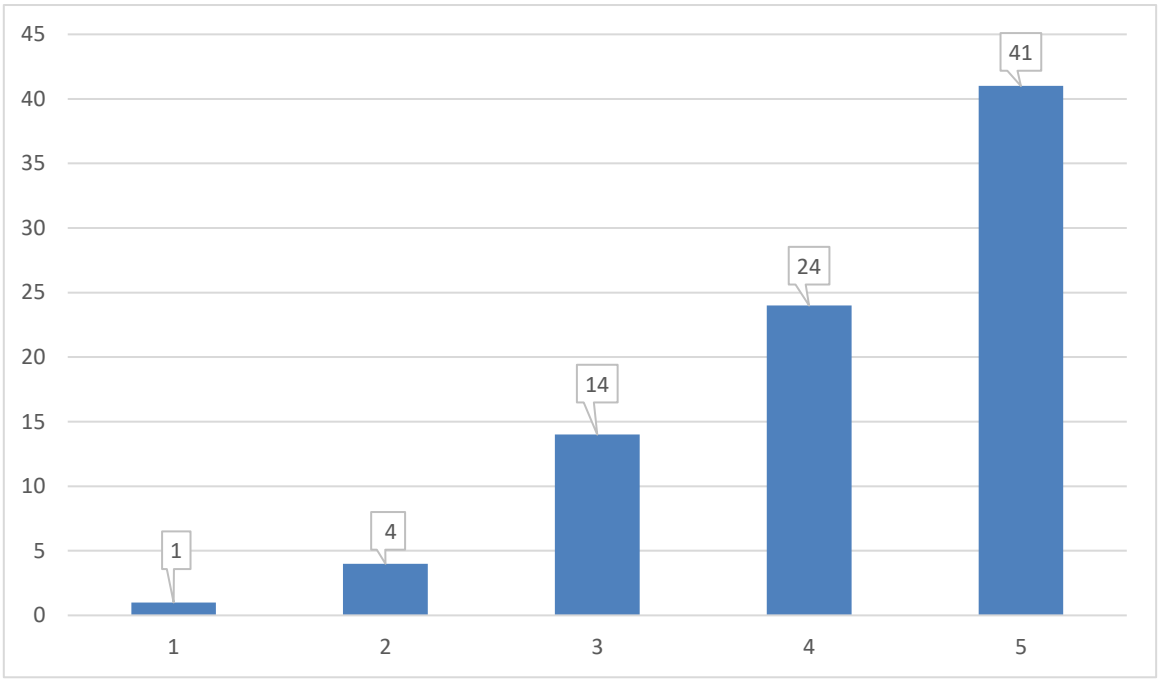
Grafikon 2. Dronovi za medicinske slučajeve



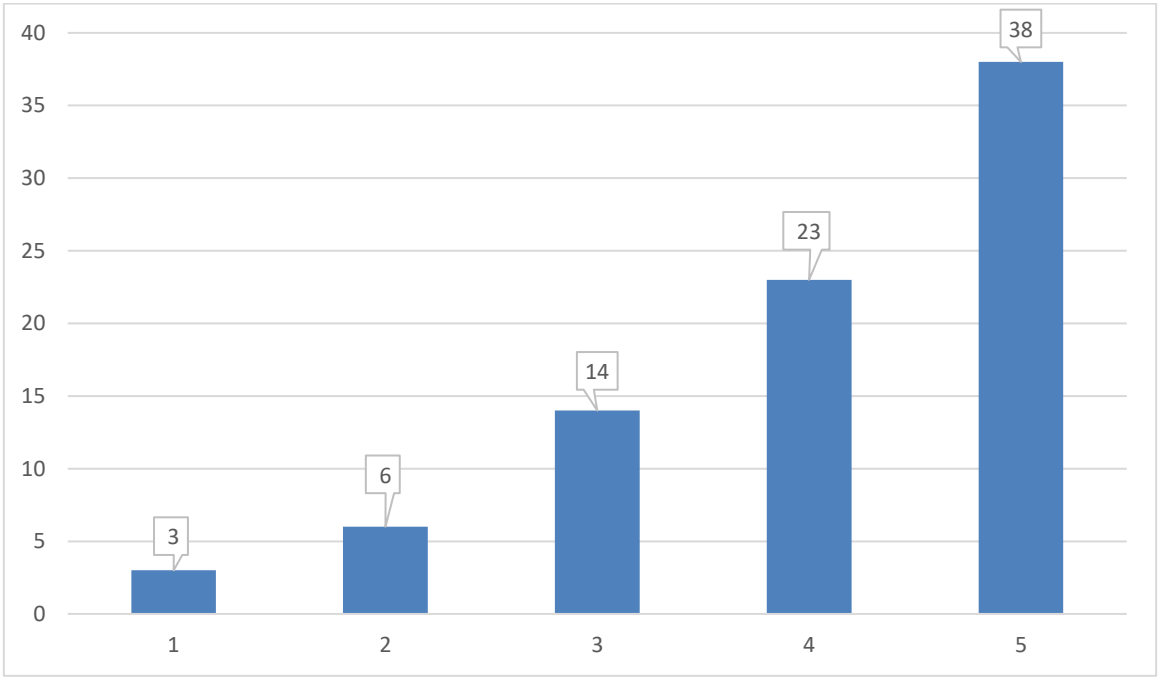
Grafikon 3. Praćenje divljih životinja i nadzor lovokrađa



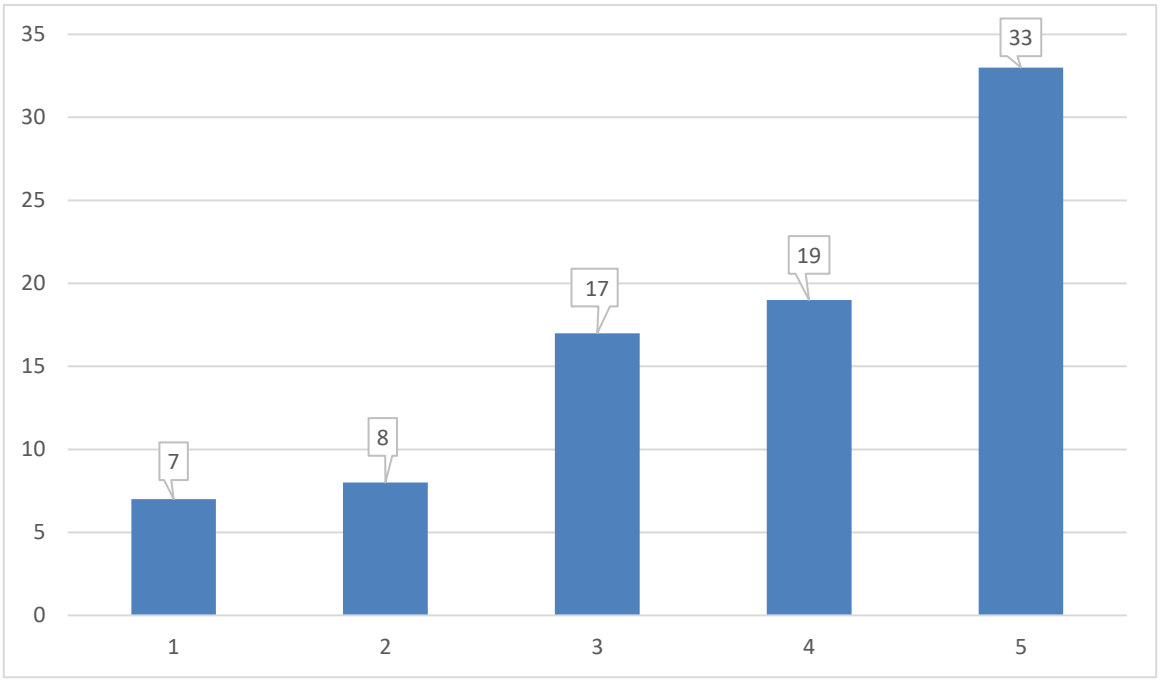
Grafikon 4. Prometna infrastrukturna mreža



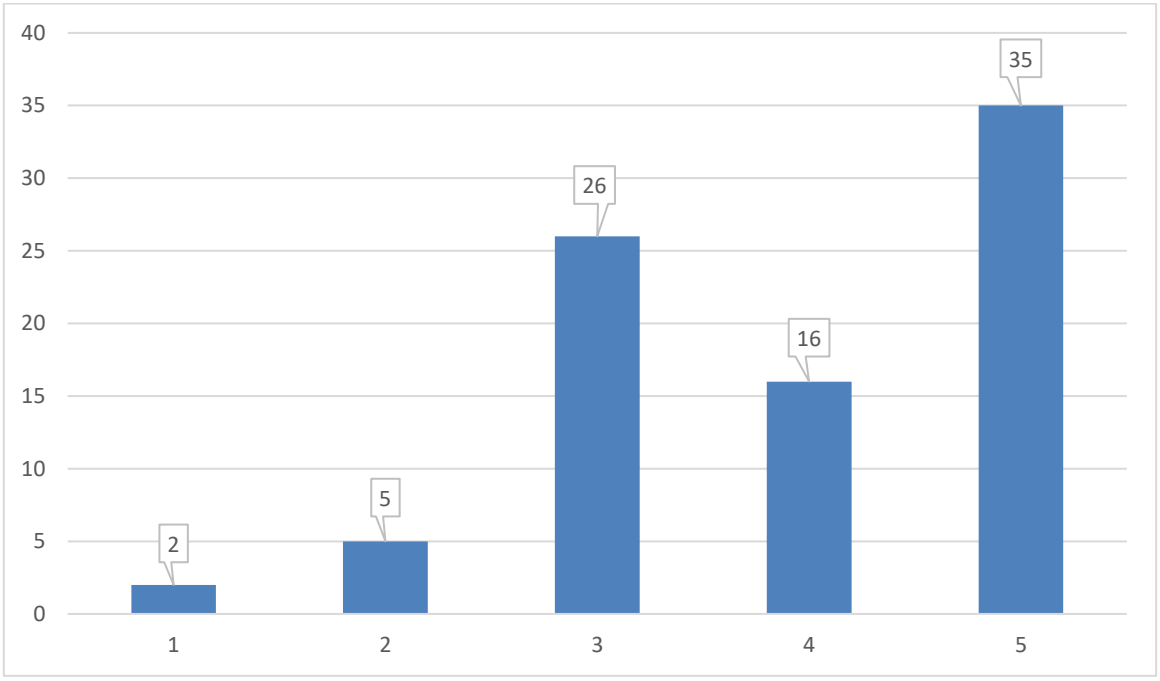
Grafikon 5. Obavljanje očevida prometne nesreće



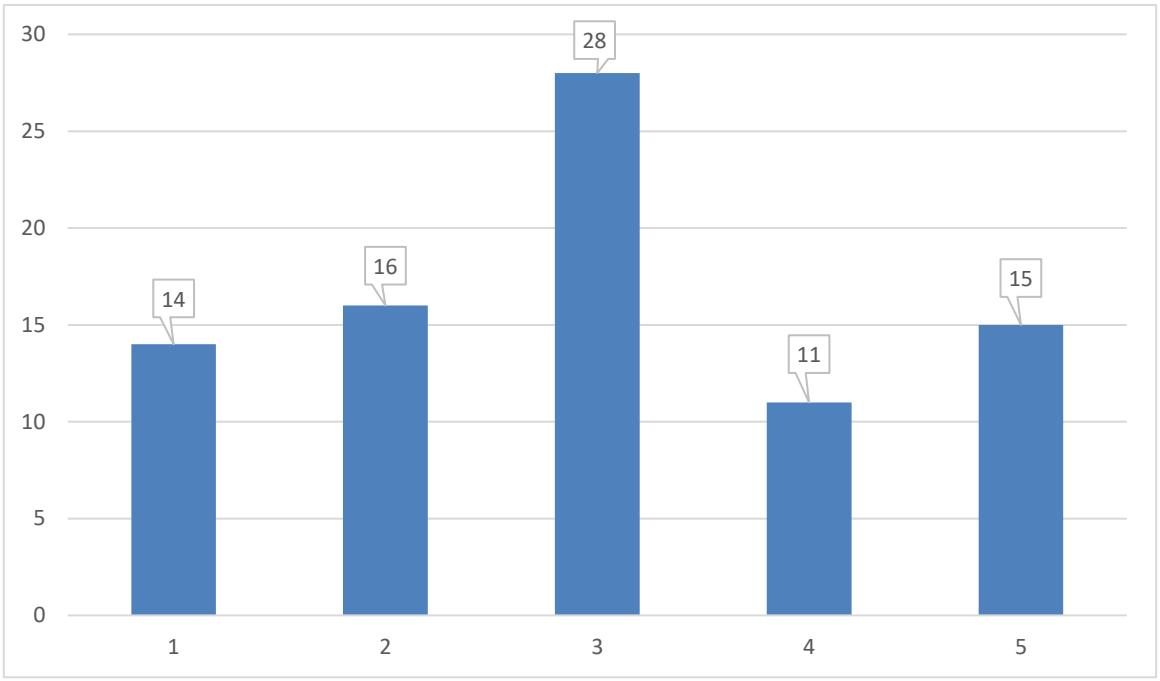
Grafikon 6. Telekomunikacije i pristup internetu



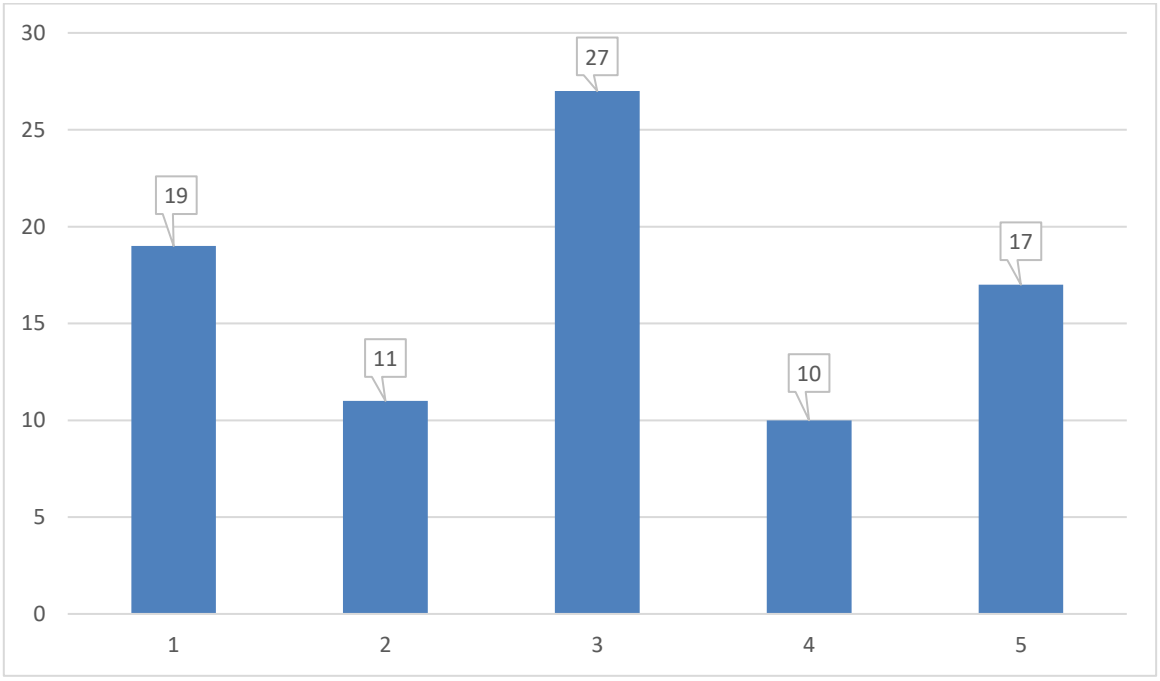
Grafikon 7. Dostava pošte i paketa



Grafikon 8. Prebrojavanje krupne divljači



Grafikon 9. Novinarstvo



Grafikon 10. Prijevoz ljudi

Prema rezultatima ankete se vidi da ispitanici u najvećoj mjeri žele uvesti primjenu dronova za razminiranje teritorija, medicinske slučajeve te praćenje divljih životinja i nadzor lovokrađa. Ostale primjene bi isto htjeli uvesti no u nešto manjoj mjeri. Dok su većinom neodlučni za primjenu dronova za novinarstvo i prijevoz ljudi, a mnogo ih je i protiv toga.

Može se zaključiti kako ispitanici vjeruju da primjena dronova u svrhu razminiranja, dostave lijekova i medicinske opreme te praćenja divljih životinja i zaštite od lovokradica ima najveće mogućnosti implementacije u Republici Hrvatskoj. Za prometnu infrastrukturnu mrežu, obavljanje očevida prometne nesreće, telekomunikacije i pristup internetu te dostavu pošte i paketa ispitanici većinom žele uvesti primjenu dronova. Oni koji su neodlučni ili ne žele vjerojatno nisu upoznati na koji način te primjene dronova mogu pomoći za sigurniji, jednostavniji i lakši život.

Razlog neodlučnosti za primjenu dronova u novinarstvu je vjerojatno zbog mogućeg narušavanja privatnosti građana. U tom aspektu bi se trebalo educirati građane na koji način se koriste dronove i kako to doprinosi javnom interesu. Za primjenu dronova za prijevoz ljudi veći broj ispitanika je odgovorilo da ne žele tu primjenu u Hrvatskoj u odnosu na broj ispitanika koji žele uvesti navedenu primjenu, dok ih je najviše neodlučno. Prema tome se može zaključiti da trenutno još nemaju povjerenja i da nisu spremni za takav način prijevoza bez pilota. Kako tehnologija bude napredovala i regulativa se mijenjala tako će se vjerojatno i društvo mijenjati te će ovi odgovori biti drugačiji.

6. ZAKLJUČAK

U zadnjem desetljeću su se znatno počeli koristiti dronovi za civilnu upotrebu. U ovom diplomskom radu se došlo do zaključka da je primjena dronova u civilne svrhe tek u svojoj početnoj fazi te da ima gotovo neograničene mogućnosti daljnjeg razvoja i primjene.

U svijetu se dronovi koriste za razne primjene u civilne svrhe. Najviše ih se koristi za osobnu primjenu, u građevinskoj industriji, agrikulturi, za rudarenje i razne inspekcije, praćenje i nadzor, za snimanje nekretnina itd. Neke od novijih primjena dronova su za čišćenje zgrada, pregled putničkih zrakoplova, osvjetljenje (svjetlosni show), praćenje meteorološke situacije, znanstvena istraživanja, itd. Isto tako dronovi se koriste i uvelike pomažu u zaštiti i sigurnosti javnog reda i mira, protupožarstvu te u potrazi i spašavanju.

Kako u ostalim državama, tako se i u Hrvatskoj očekuje porast primjene dronova u civilne svrhe. Zbog geografskog položaja i velikog dijela terena Hrvatske koji je u kršu, velik dio autocesta, državnih cesta i željeznica se nalaze na teško pristupačnom području. Radi toga bi primjena dronova na prometnoj infrastrukturnoj mreži znatno olakšala, ubrzala i poboljšala upravljanje i održavanje hrvatskih prometnica.

U Hrvatskoj se nalazi velika populacija krupne divljači te bi ih se primjenom dronova brže i kvalitetnije moglo nadzirati. Također bi imala prednost i primjena dronova za praćenje divljih životinja i nadzor lovokrađa, jer bi se preciznije, lakše i brže moglo uočiti i pratiti kretanje divljih životinja te locirati lovokradice.

Isto tako zbog puno naselja i zaseoka koja su jako udaljeni od gradova, neke primjene dronova poput medicinskog prijevoza, dostave pošte i paketa, prijevoza ljudi te telekomunikacije i pristup internetu mogle bi biti od velike koristi hrvatskim građanima. Posebno se tu ističe prijevoz medicinske opreme koja bi smanjila broj smrtnih slučajeva u Hrvatskoj. Također zbog situacije da smo u ne tako dalekoj prošlosti bili u ratu, veliki dio Hrvatske je još pod minama. Upravo zbog toga bi primjena dronova za razminiranje bila jako korisna te bi osigurala sigurnost građana RH u tom pogledu.

Radi boljeg izvještavanja i povezanosti javnosti i medija dronovi bi se mogli koristiti i u novinarstvu. U Hrvatskoj se još koristi zastarjela metoda obavljanja očevida prometnih nesreća pa bi se primjenom dronova kvalitetnije i brže rješavali slučajevi te bi se drastično smanjile gužve na prometnicama i povećala sigurnost.

Provedena anketa je pokazala da bi mladi ljudi u Hrvatskoj trenutno htjeli vidjeti sve navedene primjene dronova u civilne svrhe osim prijevoza ljudi, dok su za primjenu dronova u novinarstvu neodlučni.

Primjenom dronova u Hrvatskoj neka radna mjesta bi zamijenili dronovi no unatoč tome bi se tako otvorila i nova radna mjesta, povezana sa novom industrijom dronova kao npr. u proizvodnji, distribuciji te podršci za sustave dronova. Isto tako su potrebni i školovani udaljeni piloti koji će upravljati dronovima. Primjenom dronova bi se također povećao ekonomski rast države.

Tehnologija u zadnje vrijeme jako napreduje te bi se uslijed toga dronovi trebali još unaprijediti. Potrebno je povećati istrajnost leta. Isto tako su relativno bučni pa je potrebno dizajnirati tiše dronove. Jedan aspekt koji bi se trebao osigurati je sigurnost ljudi i imovine na zemlji i u zraku. To bi se napravilo tako da se ugrade savršeni sustavi za izbjegavanje prepreka i protiv sudara u dronove, a u slučaju pada drona bi se trebali aktivirati padobrani ili slični sustavi koji bi osigurali ljude na zemlji. Razvojem U-prostora na području Europe bi se trebala osigurati komercijalna primjena dronova te kvalitetno regulirati njihovo letenje u skladu sa svim zakonima i pravilima, jer bi sigurnost ljudi trebala biti na prvom mjestu.

LITERATURA

Pisani izvori:

1. Arjomandi M. Classification of Unmanned Aerial Vehicles: Adelaide; 2008.
2. Barnhart R. K., Hottman S.B., Marshall D. M., Shappee E. Introduction to Unmanned Aircraft Systems: Boca Raton, CRC Press; 2012.
3. Copi G.: Drones and mine action - The Balkan floods case, ANVCG, Italy, 2016.
4. Fardoulis J. S., Smith D. A., Payton O. D., Scott T. B., Freer J. E., Day J. C. C.: Deploying Low Cost, Small Unmanned Aerial Systems in Humanitarian Mine Action, Book of Papers: The 14th International Symposium "MINE ACTION 2017", Biograd na Moru, Croatia, 2017., str. 111.-117.
5. ICAO. Unmanned Aircraft Systems (UAS): Canada, Cir 328; 2011.
6. Kašuba F. Projektiranje VTOL letećeg krila za dostavu seruma na teško dostupna područja [Diplomski rad]. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti; 2018 [pristupljeno 19.08.2019.] Dostupno na: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:777394
7. Mršić Ž, Klanac M. Suvremene tehnologije u obavljanju očevida prometnih nesreća. Kriminalistička teorija i praksa [Internet]. 2016 [pristupljeno 19.08.2019.];3.(2/2016.):205-225. Dostupno na: https://hrcak.srce.hr/182428
8. Narodne novine: Pravilnik o sustavima bespilotnih letjelica. Narodne novine d.d. 104, Zagreb, 2018.
9. Tomljanović K, Nosek H, Pernar R, Grubešić M. Mogućnosti primjene lakih bespilotnih letjelica u prebrojavanju krupne divljači. Šumarski list [Internet]. 2018 [pristupljeno 19.08.2019.];142(11-12):621-626. https://doi.org/10.31298/sl.142.11-12.6

Internetski izvori:

1. http://dronenodes.com/firefighter-drones/ (kolovoz, 2019.)
2. http://www.crocontrol.hr/default.aspx?id=3504 (srpanj, 2019.)
3. http://www.droneguru.net/drones-to-deliver-medical-transplants-in-australia-and-india/ (kolovoz, 2019.)
4. http://www.droneguru.net/using-drones-for-real-estate-photography/ (kolovoz, 2019.)
5. http://www.dronesglobe.com/guide/racing/ (srpanj, 2019.)
6. http://www.istorytime.com/drones-improving-weather-tracking/ (kolovoz, 2019.)
7. http://www.ukrspecsystems.com/pc-1/ (srpanj, 2019.)

8. https://cdn.microdrones.com/fileadmin/web/_news/our_news/2017/IUS_32-33.pdf (kolovoz, 2019.)
9. https://conservationdrones.org/2019/03/03/new-paper-on-poacher-detection-with-drones/ (kolovoz, 2019.)
10. https://dronelife.com/2019/02/04/intels-drones-light-up-the-super-bowl-again/ (kolovoz, 2019.)
11. https://ec.europa.eu/transport/modes/air/news/2019-05-24-rules-operating-drones_en (kolovoz, 2019.)
12. https://edition.cnn.com/2019/06/07/sport/volocopter-air-taxi-green-travel-nico-rosberg-supercharged-spt-intl/index.html (kolovoz, 2019.)
13. https://ethics.journalism.wisc.edu/drones-in-the-news/#1441873920568-18a8a48a-7614 (kolovoz, 2019.)
14. https://ethics.journalism.wisc.edu/drones-in-the-news/#1441873920660-a173daba-0456 (kolovoz, 2019.)
15. https://ethics.journalism.wisc.edu/drones-in-the-news/#1496936499159-f275bb28-43d3 (kolovoz, 2019.)
16. https://ethics.journalism.wisc.edu/drones-in-the-news/#1496936594207-711642aa-7777 (kolovoz, 2019.)
17. https://ethics.journalism.wisc.edu/drones-in-the-news/#1496936728700-1707d200-c68f (kolovoz, 2019.)
18. https://europa.eu/rapid/press-release_IP-17-1605_en.htm (srpanj, 2019.)
19. https://futurism.com/the-byte/nasa-hive-drones-deploy-swarms (kolovoz, 2019.)
20. https://mydeardrone.com/uses/ (kolovoz, 2019.)
21. https://mydroneauthority.com/industry/drone-delivery/ (kolovoz, 2019.)
22. https://steadyhawk.com/the-blog/dronemapping (srpanj, 2019.)
23. https://techcrunch.com/2018/09/18/an-intel-drone-fell-on-my-head-during-a-light-show/ (kolovoz, 2019.)
24. https://techcrunch.com/2019/06/12/uber-will-start-testing-eats-drone-delivery/ (kolovoz, 2019.)
25. https://techcrunch.com/story/uber-details-aerial-ride-hailing-platform-at-elevate/ (kolovoz, 2019.)
26. https://uavcoach.com/drone-laws-in-united-states-of-america/ (srpanj, 2019.)
27. https://venturebeat.com/2019/04/25/softbank-unveils-solar-powered-internet-drone-invests-125-million-in-alphabets-loon/ (kolovoz, 2019.)
28. https://www.aerones.com/eng/cleaning_drone/ (kolovoz, 2019.)
29. https://www.aerones.com/eng/firefighting_drone/ (kolovoz, 2019.)
30. https://www.aerones.com/eng/wind_turbine_maintenance_drone/ (kolovoz, 2019.)
31. https://www.af.mil/About-Us/Fact-Sheets/Display/Article/104516/rq-4-global-hawk/ (kolovoz, 2019.)
32. https://www.azorobotics.com/Article.aspx?ArticleID=227 (kolovoz, 2019.)
33. https://www.ccaa.hr/hrvatski/cesto-ponavljana-pitanja_377/ (srpanj, 2019.)
34. https://www.ccaa.hr/hrvatski/opcenito_367/ (srpanj, 2019.)
35. https://www.cio.com/article/3252093/taking-to-the-skies-using-drones-in-the-insurance-industry.html (kolovoz, 2019.)
36. https://www.digitaltrends.com/cool-tech/camera-drones-volcanoes/ (kolovoz, 2019.)
37. https://www.digitaltrends.com/cool-tech/uber-elevate-flying-cars/ (kolovoz, 2019.)

38. https://www.dji.com/ee/mavic-2 (srpanj, 2019.)
39. https://www.dji.com/ee/mavic-2/info#specs (srpanj, 2019.)
40. https://www.dronedeploy.com/blog/rise-drones-construction-XNpCThIAACcA9X7G/ (srpanj, 2019.)
41. https://www.dronetechplanet.com/can-you-legally-hunt-with-a-drone/ (kolovoz, 2019.)
42. https://www.dronezon.com/drones-for-good/drone-parcel-pizza-delivery-service/ (kolovoz, 2019.)
43. https://www.dslrpros.com/crop-spraying-drones.html (kolovoz, 2019.)
44. https://www.dslrpros.com/disaster-response-drones.html (kolovoz, 2019.)
45. https://www.dslrpros.com/dji-agras-mg-1s-agricultural-drone.html (kolovoz, 2019.)
46. https://www.dslrpros.com/police-drones.html (kolovoz, 2019.)
47. https://www.dslrpros.com/sar-drones.html (kolovoz, 2019.)
48. https://www.dslrpros.com/wind-turbine.html (kolovoz, 2019.
49. https://www.easa.europa.eu/newsroom-and-events/press-releases/eu-wide-rules-drones-published (srpanj, 2019.)
50. https://www.faa.gov/uas/commercial_operators/become_a_drone_pilot/ (srpanj, 2019.)
51. *https://www.gyrodynehelicopters.com/dash_history.htm (srpanj, 2019.)*
52. https://www.iflscience.com/health-and-medicine/ambulance-drone-could-drastically-increase-heart-attack-survival/ (kolovoz, 2019.)
53. https://www.iflscience.com/plants-and-animals/guide-using-drones-study-wildlife-first-do-no-harm/ (kolovoz, 2019.)
54. https://www.intel.com/content/www/us/en/technology-innovation/aerial-technology-light-show.html (kolovoz, 2019.)
55. https://www.microdrones.com/en/drones/md4-1000/ (srpanj, 2019.)
56. https://www.microdrones.com/en/industry-experts/agriculture/ (kolovoz, 2019.)
57. https://www.microdrones.com/en/industry-experts/inspection/ (kolovoz, 2019.)
58. https://www.microdrones.com/en/industry-experts/mining/ (kolovoz, 2019.)
59. https://www.microdrones.com/en/industry-experts/public-safety/search-and-rescue/ (kolovoz, 2019.)
60. https://www.microdrones.com/en/industry-experts/science-and-academic-research/ (kolovoz, 2019.)
61. https://www.microdrones.com/en/industry-experts/security/ (kolovoz, 2019.)
62. https://www.microdrones.com/en/industry-experts/security/monitoring/ (kolovoz, 2019.)
63. https://www.microdrones.com/en/integrated-systems/mdmapper/mdmapper1000dg/ (kolovoz, 2019.)
64. https://www.microdrones.com/en/team/our-story/ (kolovoz, 2019.)
65. https://www.mrodrone.net/ (kolovoz, 2019.)
66. https://www.mydronelab.com/best-pick/best-drone-for-filming.html (srpanj, 2019.)
67. https://www.newscaststudio.com/2019/04/29/fox-sports-upgrades-drone-capabilities-for-nascar-coverage/ (srpanj, 2019.)
68. https://www.northropgrumman.com/Capabilities/firescout/Pages/default.aspx (kolovoz, 219.)
69. https://www.pinterest.com/pin/265149496790904741/ (srpanj, 2019.)
70. https://www.postscapes.com/agriculture-drone-companies/ (kolovoz, 2019.)

71. https://www.rcrwireless.com/20180309/how-telecom-operators-can-benefit-from-drones-tag27-tag99 (kolovoz, 2019.)
72. https://www.sesarju.eu/index.php/U-space (srpanj, 2019.)
73. https://www.smithsonianmag.com/science-nature/drones-better-counting-wildlife-than-people-180968276/ (kolovoz, 2019.)
74. https://www.stripes.com/mccaskill-drone-pilot-stress-is-unprecedented-1.354681 (kolovoz, 2019.)
75. https://www.telegraph.co.uk/technology/2018/11/22/window-washing-drone-can-used-clean-buildings-extinguish-fires/ (kolovoz, 219.)
76. https://www.theguardian.com/uk-news/2018/dec/20/tens-of-thousands-of-passengers-stranded-by-gatwick-airport-drones (srpanj, 2019.)
77. https://www.timeoutdubai.com/news/382720-flying-taxis-expected-to-launch-in-dubai-by-2020 (kolovoz, 2019.)
78. https://www.timeoutdubai.com/travel/news/79151-dubais-flying-taxis-complete-first-test-flight (kolovoz, 2019.)
79. https://www.uavnavigation.com/company/blog/uav-navigation-depth-external-datalink-selection (srpanj, 2019.)
80. https://www.ubergizmo.com/2019/01/google-coffee-delivery-drones-australia/ (kolovoz, 2019.)
81. https://www.ubergizmo.com/2019/04/organ-transplant-delivery-by-drones/ (kolovoz, 2019.)
82. https://www.unmannedsystemstechnology.com/2018/07/first-production-facility-for-zephyr-high-altitude-uas-opens/ (kolovoz, 2019.)
83. https://www.weforum.org/agenda/2019/04/nasa-is-testing-a-hive-of-drones-to-monitor-the-weather (kolovoz, 2019.)
84. https://www.wired.com/brandlab/2018/11/bird-plane-flying-cell-tower/ (kolovoz, 2019.)

POPIS SLIKA

Slika 1. Prvi napravljeni dron-„zračni torpedo“ 4
Slika 2. Njemački V-1 Buzz Bomb 5
Slika 3. QH-50 DASH 6
Slika 4. Dron "Pioneer" 7
Slika 5. Elementi sustava bespilotne letjelice 8
Slika 6. Airbus-ova „Zephyr“ solarna bespilotna letjelica 9
Slika 7. VTOL dron "Fire Scout MQ-8B" 10
Slika 8. Dron "Raven RQ-11" lansiran iz ruku vojnika 11
Slika 9. Sustav lansiranja drona putem katapulta 11
Slika 10. Cloud Cap Technology Tase 200 EO/IR kamera s gimbal-om 13
Slika 11. Američka zemaljska stanica sustava bespilotnih letjelica 14
Slika 12. Ručni odašiljač tj. zemaljska stanica sustava bespilotnih letjelica 15
Slika 13. Communication Data Link 15
Slika 14. Global Hawk 19
Slika 15. Statistika rasta korištenja dronova u komercijalne svrhe prikazanih djelatnosti 33
Slika 16.Dron Walkera F210 za utrke 34
Slika 17. Dron DJI Mavic 2 Pro 35
Slika 18. WALKERA QR X800 BNF 37
Slika 19. Freefly ALTA 8 38
Slika 20. mdMAPPER1000DG 39
Slika 21. DJI Agras MG-1S 40
Slika 22. Prikaz brojanja usjeva 41
Slika 23. Potencijal prinosa 41
Slika 24. Detektiranje curenja 41
Slika 25. Detektiranje pesticida 42
Slika 26. Praćenje situacije dronom pri prometnoj nesreći 44
Slika 27. Pokazatelj udjela korisnika dronova u građevini 45
Slika 28. Prikaz najčešće korištenih softvera u kombinaciji s podacima dobivenih od dronova 46
Slika 29. Matrice 210-RTK 47

Slika 30. Zaleđenja lopatica 48
Slika 31. Erozija lopatica 48
Slika 32. Prljavština, kukci i ptičji izmeti na lopaticama 49
Slika 33. Usporedba tradicionalnog i budućeg gašenja požara 51
Slika 34. Usporedba tradicionalnog pranja zgrada i pranja pomoću dronova 52
Slika 35. Mogućnost namještanja štrcaljki drona vertikalno (lijevo) ili horizontalno (desno) . 53
Slika 36. Predloženi plan leta iznad polja 59
Slika 37. Mjerenje zaliha pomoću modela digitalne elevacije 59
Slika 38. 3D model farme 60
Slika 39. Zenmuse Z30 63
Slika 40. Proces inspekcije zrakoplova dronom 66
Slika 41. RAPID dron za inspekciju putničkih zrakoplova 66
Slika 42. CICADA 69
Slika 43. Razlika između fotografija slikanih sa i bez infracrvenog filtera 80
Slika 44. Dron MD4-1000 81
Slika 45. Koncentracija mina na Balkanu 2008. godine 82
Slika 46. Koncept "zračne luke" od firme Gannett Fleming 83
Slika 47. Internetski dron Hawk 30 87
Slika 48. Ilustracija kako HAPS može raditi u suradnji s već postojećom infrastrukturom 87

POPIS TABLICA

Tablica 1. Klasifikacija dronova po masi 17
Tablica 2. Klasifikacija dronova po doletu i istrajnosti 17
Tablica 3. Klasifikacija po maksimalnoj visini leta 18
Tablica 4. Klasifikacija po opterećenju krila 18
Tablica 5. Klasifikacija dronova i izvođenja letačkih operacija po kategorijama letačkih operacija 30
Tablica 6. Klasifikacija zahtjeva za pilota na daljinu i zahtjeva za operatora prema kategorijama letačkih operacija 31

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Razminiranje teritorija 89
Grafikon 2. Dronovi za medicinske slučajeve 89
Grafikon 3. Praćenje divljih životinja i nadzor lovokrađa 90
Grafikon 4. Prometna infrastrukturna mreža 90
Grafikon 5. Obavljanje očevida prometne nesreće 91
Grafikon 6. Telekomunikacije i pristup internetu 91
Grafikon 7. Dostava pošte i paketa 92
Grafikon 8. Prebrojavanje krupne divljači 92
Grafikon 9. Novinarstvo 93
Grafikon 10. Prijevoz ljudi 93

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj diplomski rad isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu diplomskog rada pod naslovom **Primjena dronova u civilne svrhe**

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

U Zagrebu, 4.9.2019

Student/ica:

Matija Auka
(potpis)