

# Fotografija s dronom

---

**Piljagić, Marko**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Graphic Arts / Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:216:613240>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-10-22**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Graphic Arts Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**

**GRAFIČKI FAKULTET**

**MARKO PILJAGIĆ**

**FOTOGRAFIJA DRONOM**

**DIPLOMSKI RAD**

Zagreb, 2023.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**GRAFIČKI FAKULTET**

**MARKO PILJAGIĆ**

**FOTOGRAFIJA DRONOM**

**DIPLOMSKI RAD**

Mentor:

Prof.dr.sc. Maja Strgar Kurečić

Student:

Marko Piljagić

Zagreb, 2023.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

GRAFIČKI FAKULTET

Getaldićeva 2

Zagreb, 13. 9. 2023.

Temeljem podnijetog zahtjeva za prijavu teme diplomskog rada izdaje se

## RJEŠENJE

kojim se studentu/ici Marku Piljagiću, JMBAG 0128063351, sukladno čl. 5. st. 5. Pravilnika o izradi i obrani diplomskog rada od 13.02.2012. godine, odobrava izrada diplomskog rada, pod naslovom: Fotografija s dronom, pod mentorstvom prof. dr. sc. Maje Strgar Kurečić.

Sukladno čl. 9. st. 1. Pravilnika o izradi i obrani diplomskog rada od 13.02.2012. godine, Povjerenstvo za nastavu, završne i diplomske ispite predložilo je ispitno Povjerenstvo kako slijedi:

1. prof. dr. sc. Mandić Lidija, predsjednik/ica
2. prof. dr. sc. Strgar Kurečić Maja, mentor/ica
3. prof. dr. sc. Pibernik Jesenka, član/ica



## **Sažetak**

Fotografija dronom predstavlja sveprisutnu i dinamičnu disciplinu u suvremenom svijetu vizualne umjetnosti i komercijalne primjene. Ova tehnika omogućuje snimanje jedinstvenih perspektiva iz zraka koristeći bespilotne letjelice, poznate kao dronovi. Glavne prednosti uključuju nevjerojatne poglede i šire perspektive nadzemnih krajolika, gradova i događanja, otvarajući vrata kreativnoj slobodi i inovacijama. Fotografija dronom ima mnoge praktične primjene, uključujući turizam, nekretnine, inspekciju, film i video produkciju, nadgledanje i istraživanje. Sve više pristupačnih dronova i razvoj visokih rezolucija čine ovu tehniku dostupnom širokom spektru korisnika. Međutim, izazovi kao što su zakoni i regulative o upotrebi dronova, potreba za tehničkim vještinama i zakonodavna ograničenja zahtijevaju pažljivo razmatranje. Ovaj diplomski rad istražuje raznolike aspekte fotografije dronom kako bi bolje razumjeli njezinu popularnost i utjecaj na suvremenu vizualnu kulturu i industriju.

**Ključne riječi:** fotografija, dron, umjetnost, krajolik, inovacija, produkcija, regulative

## **Abstract**

Drone photography is a ubiquitous and dynamic discipline in the contemporary world of visual art and commercial applications. This technique allows capturing unique perspectives from the air using unmanned aerial vehicles, known as drones. Key benefits include incredible views and wider perspectives of overhead landscapes, cities and events, opening the door to creative freedom and innovation. Drone photography has many practical applications, including tourism, real estate, inspection, film and video production, surveillance and research. More and more affordable drones and the development of high resolutions make this technique accessible to a wide range of users. However, challenges such as laws and regulations on the use of drones, the need for technical skills and legislative restrictions require careful consideration. This thesis explores the diverse aspects of drone photography to better understand its popularity and impact on contemporary visual culture and industry.

**Keywords:** photography, drone, art, landscape, innovation, production, regulations

## SADRŽAJ:

1. UVOD .....	1
1.1. Cilj i zadaci diplomskog rada .....	1
2. TEORIJSKI DIO.....	2
2.1. Uvod u svijet dronova.....	2
2.2. Dijelovi drona .....	4
2.2.1. Okvir .....	4
2.2.2. Baterije.....	5
2.2.3. Kontrolori leta.....	7
2.2.4. Senzori .....	7
2.2.5. Motori i propeleri.....	9
2.3. GPS .....	12
2.4. Kratka povijest dronova s kamerom .....	14
2.5. Fotografiji i analiza .....	15
2.5.1. Domagoj Sever .....	15
2.5.2. Trung Pham Huy.....	17
2.6. Odredbe i zakoni .....	19
2.6.1. Hrvatska agencija za civilno zrakoplovstvo .....	20
2.6.2. Ispit i registracija .....	21
2.6.3. Hrvatska kontrola zračne plovidbe .....	22
2.6.4. Hrvatska geodetska uprava .....	22
2.6.5. Kažnjavanja .....	24
2.7. FPS (broj sličica u sekundi).....	25

3. PRAKTIČNI DIO .....	27
3.1. Ciljevi i hipoteze .....	27
3.2. Oprema i specifikacije .....	27
3.3. Modovi letenja .....	29
3.4. Kamera.....	30
3.5. Prikupljanje video sadržaja.....	31
3.6. Postprodukcija .....	34
3.7. Izazovi u produkciji i montaži .....	38
4. ZAKLJUČAK .....	39
5. LITERATURA .....	40





# 1. UVOD

## 1.1. Cilj i zadaci diplomskog rada

Cilj ovog diplomskog rada je istražiti područje fotografije dronom, analizirati njezine prednosti i izazove te pružiti smjernice za sigurno, etično i uspješno korištenje dronova u fotografiji. Kroz istraživanje i analizu relevantnih studija, zakona, smjernica i praktičnih primjera, ovaj rad će pružiti temeljno razumijevanje dronova u fotografiji i njezine primjene u suvremenom društvu.

U nastavku rada bit će razmotreni aspekti kao što su tehničke karakteristike dronova, pravila i regulative koje ih reguliraju, primjena dronova u fotografiji u različitim područjima te etička pitanja koja proizlaze iz korištenja dronova za snimanje iz zraka. Ovaj rad ima za cilj doprinijeti razumijevanju dronova u fotografiji kao relevantnog i perspektivnog područja istraživanja u kontekstu suvremene fotografije i tehnološkog razvoja.



*Slika 1. Prikazuje dron DJI Mavic Air 2*

## **2. TEORIJSKI DIO**

### **2.1. Uvod u svijet dronova**

Bespilotne letjelice ili dronovi, mogu se opisati kao autonomne ili daljinski upravljane letjelice koje se koriste za razne svrhe. Njihova konstrukcija uključuje okvir, rotore, senzore, kamere i komunikacijske sustave. Moderni dronovi dolaze u raznim veličinama i konfiguracijama, omogućavajući različite mogućnosti i funkcionalnosti. Uporaba im je višestruka zbog mogućnosti nadogradnje raznim uređajima, poput multispektralnih i RGB kamera, GPS uređaja i sličnog. [1]

Jedna od glavnih prednosti dronova je njihova sposobnost letenja iz zraka, omogućujući pristup perspektivi koja inače nije dostupna. Ova zračna perspektiva pruža jedinstvene vizualne mogućnosti za fotografiju, otvarajući nove horizonte umjetničkog izraza i dokumentiranja svijeta oko nas. Uporaba dronova u fotografiji omogućuje snimanje širokih panoramskih pogleda, detalja iz visine, pejzaža, urbanih prostora, događaja i drugih subjekata na način koji je prije bio ograničen na tradicionalne metode fotografije.

Primjena dronova u fotografiji je raznolika i sveprisutna. Koriste se u područjima poput turizma, nekretnina, inspekcija infrastrukture, filmske industrije, novinarstva, znanstvenih istraživanja, geodezije i mnogih drugih. Mogućnosti snimanja iz zraka omogućuju izradu visokokvalitetnih fotografija i videa koji služe različitim potrebama, bilo da je riječ o marketinškim materijalima, dokumentiranju događaja ili istraživanju. Unatoč mnogim prednostima, snimanje dronom također nosi određene izazove i pitanja koja treba uzeti u obzir. Sigurnost leta, regulative i zakonski propisi, privatnost subjekata na fotografijama, etička pitanja te tehnološka ograničenja samo su neki od aspekata koji se moraju razmotriti prilikom korištenja dronova za fotografiranje. Svaki zrakoplov ili letjelica koja upravlja bez ljudskog pilota, nazivaju se bespilotnim letjelicama ili dronovima. Ljudski operater može ga voditi autonomno ili daljinski pomoću ugrađenih računala i robota. Postoje dvije glavne vrste dronova, one za zrak i vodu. Ovdje ćemo pričati o dronovima namijenjenima za letenje zrakom.

Dronovi su posljednjih godina sve popularniji. Koriste se u razne svrhe, uključujući fotografiranje, video snimanje, geodetsko ispitivanje, inspekciju, pa čak i dostavu. Ali prije nego krenemo dublje u njihovu primjenu u fotografiji, važno je pogledati komponente i princip rada dronova.

Osnovne komponente drona su **okvir, motori, propeleri, baterija, kontroler leta i senzori.**

## 2.2. Dijelovi drona

### 2.2.1. Okvir

Okvir ili šasija drona, odnosi se na strukturu koja drži sve ostale komponente na okupu, slično nalik šasiji auta na koju se vežu motor, karoserija i kotači. On osim što ima ulogu držanje svih komponenti na jednom mjestu, također igraju aerodinamičku ulogu te se razlikuju od modela do modela. Na primjer, neki dronovi su znatno veći i teži te su opremljeni kamerama visoke razlučivosti sa dobrom stabilizacijom za video snimanje i takvi se najčešće koriste pri snimanju akcijskih ili cinematografskih filmskih scena. [6]

S druge strane imamo i znatno manje dronove, uzmimo za primjer FPV (first person view) dronove, čiji okviri su dizajnirani na način da im omogućava brze kretnje i manevre u zraku, nagle i oštre promjene smjerova te su puno manji i lakši od ostalih dronova.



*Slika 2. Okvir drona*

### 2.2.2. Baterija

Baterijski sustav drona opskrbljuje stvarnom energijom potrebnom motorima za polijetanje. Sustav baterija drona ima tri glavne vrste gorivih ćelija a to su; litij-ionske, nikal-kadmijeve i litij-polimerne, koje su najpopularnija i najbolja vrsta baterija za dronove na trenutnom tržištu. [6]

- **Litij-polimerne** baterije imaju linearne stope pražnjenja koje omogućuju ugrađenim računalima da bez napora odrede vrijeme potrebno za let drona. Također je jako kompaktna i lagana, te ima veliki energetske kapacitet za upravljanje bilo kojim dronom. Štoviše, ima sporiju stopu pražnjenja što znači da može produžiti punjenje čak i kada nije u upotrebi. Međutim, mana ovih baterija je ta da litij-polimer ne radi ispravno po hladnom vremenu.



Slika 3. Litij-polimerna baterija

- **Nikal-kadmijeve** baterije pojavile su se prije naprednijih litij-polimernih baterija. Nikal-kadmijeve baterije imaju mali energetska kapacitet zbog čega ne mogu dugo držati napunjenost, samim time dobivamo kraći životni vijek baterije i mogućnost upravljanja dronom. Njihova težina još je jedan od razloga iz kojeg se njihov kapacitet brže prazni od litij-polimernih baterija.



*Slika 4. Nikal-kadmijeva baterija*

- U usporedbi sa snagom od 4,2 V litij-polimernih baterija, **litij-ionske** baterije za dronove imaju opsežniji energetska kapacitet od 4,35 V. Međutim, visoki napon pada kada se baterija isprazni. Litijske visokonaponske baterije najviše se koriste u nano dronovima, a manje u komercijalne svrhe, jer dobro rade s visokim naponom.



*Slika 5. Litij-ionska baterija*

### 2.2.3. Kontrolori leta

Kontroler leta nije ništa više od male pločice s elektroničkim čipovima na sebi. Možete ih usporediti s matičnom pločom ili procesorom u prijenosnom računalu. Kontrolor leta je mozak drona. Mala kutija ispunjena inteligentnom elektronikom i softverom, koja prati i kontrolira sve što radi dron. I baš kao i mozgovi različitih organizama, kontrolori leta također se razlikuju po veličini i složenosti. Razlikujemo ukupno četiri kategorije prema kojima se oni dijele, a to su; kontrolori leta za hobiste, kontrolori leta za dronove za utrkivanje, kontrolori leta za snimanje te komercijalni kontrolori leta. [5] [6]

Neke od ključnih informacija koje oni pružaju dronovima su informacije o njegovoj brzini, orijentaciji i udaljenosti, kretanju samog drona, proračunima pokreta, procjeni sigurnosti i trajnosti leta koju obavljaju pomoću algoritama te komunikacija. [5]

### 2.2.4. Senzori

- **Senzori za brzinu (akcelerometri)**

Akcelerometri se koriste za određivanje položaja i orijentacije drona u letu. Kao i položaj vašeg pametnog telefona, ovi mali senzori temeljeni na siliciju igraju ključnu ulogu u održavanju kontrole leta. Jedna od tehnika je hvatanje mikrokretanji vrlo malih struktura ugrađenih u male integrirane krugove. Kretanje ovih malih "odskočnih kamenčića" mijenja količinu električne struje koja teče kroz strukturu, ukazujući na promjenu položaja u odnosu na gravitaciju. Još jedna tehnologija koja se koristi u akcelerometrima je toplinski senzor, koji nudi nekoliko ključnih prednosti. Nema pokretnih dijelova, već osjeća promjene u kretanju molekula plina koje teku kroz mali integrirani krug. Zbog osjetljivosti ovih senzora, oni igraju važnu ulogu u stabilizaciji ugrađenih kamera, što je kritično za aplikacije za snimanje filmova.



Kontroliranjem kretanja gore i dolje i uklanjanjem podrhtavanja i vibracija, filmaši mogu snimati nevjerojatno glatke videozapise. Dodatno, budući da su ovi senzori manje osjetljivi na vibracije od drugih tehnologija, toplinski senzori su prikladni za aplikacije bespilotnih letjelica, minimizirajući probleme uzrokovane povećanom vibracijom uzrokovanom rotirajućim pogonskim ventilatorima i kretanjem propelera.

- **Senzor nagiba**

Senzor nagiba kombiniran je s žiroskopima i akcelerometrima kako bi se osigurao ulaz u sustav kontrole leta za održavanje ravnog leta. Ovo je iznimno važno za primjene u kojima je stabilnost kritična, od nadzora do isporuke lomljive robe. Ove vrste senzora kombiniraju akcelerometre i žiroskope za otkrivanje malih promjena u kretanju. Žiroskopska kompenzacija omogućuje korištenje ovih senzora nagiba u aplikaciji automobila ili dronova.

- **Strujni senzor**

Kada je riječ o dronovima, važna je potrošnja energije i vrijeme korištenja. Trenutni senzori mogu se koristiti za nadzor i optimiziranje potrošnje energije, sigurno punjenje unutarnjih baterija i otkrivanje kvarova u motorima ili drugim dijelovima sustava. Senzori struje mjere struju (dvosmjerno) i idealno osiguravaju električnu izolaciju kako bi se smanjio gubitak snage i eliminirala mogućnost strujnog udara ili oštećenja korisnika ili sustava. Senzori s brzim vremenom odziva i visokom preciznošću optimiziraju trajanje baterije i performanse drona.

- **Magnetski senzor**

U bespilotnim letjelicama elektronički kompasi daju važne informacije o orijentaciji za inercijalne sustave navigacije i navođenja. Senzori s anizotropnom magneto otpornom (AMR) permalloy tehnologijom nude izvrsnu točnost i karakteristike vremena odziva dok troše puno nižu energiju od alternativnih tehnologija, što ih čini idealnim za aplikacije dronovima. To je rješenje koje proizvođačima dronova pruža visokokvalitetno prikupljanje podataka u vrlo robusnom i kompaktnom paketu.

- **Senzor protoka usisa motora**

Senzori protoka mogu se koristiti za učinkovito praćenje protoka zraka u malim plinskim motorima koji pokreću neke vrste dronova. Oni pomažu CPU motora da odredi ispravan omjer goriva i zraka za određenu brzinu motora, poboljšavajući performanse i učinkovitost te smanjujući emisije.

### **2.2.5. Motori i propeleri**

Motor i propeleri, među najvažnijim su dijelovima bespilotnih letjelica koji proizvode uzgon potreban za let. Oni također kontroliraju položaj drona, dopuštajući penjanje/spuštanje, nagib, kotrljanje i skretanje. Oni su sastavni dio pogonskog sustava svakog drona.

Iako motori i propeleri nisu jedine komponente propulzijskog sustava, izbor motora i propelera ima značajan utjecaj na performanse svake bespilotne letjelice. Potrebno je odabrati pravu kombinaciju izdržljivosti, brzine, odziva i nosivosti za određenu primjenu. [6]

- **Motori**

Dronovi se dijele na jednorotorne i multirortorne. Jednorotorni dron nazivamo helikopter, dok se multirortorni dronovi dijele na više vrsta no ovdje je riječ o dronovima s četiri motora i pripadajuća propelera. Motori crpe energiju iz baterija za napajanje propelera, koji stvaraju uzgon koji tada vodi letjelicu. Najvažnija stvar pri odabiru motora je odluka što planirate učiniti sa zrakoplovom. Trebate brzo letjeti? Trebate dugo ostati na mjestu? Koliko osjetljiv mora biti? Koliko korisnog tereta trebate prevesti? Sva ova pitanja pomoći će vam da odredite koji je motor pravi za vaš zrakoplov.

Kod fizičkih karakteristika bitno je pobrinuti se da se dobije odgovarajuća veličina motora za potrebe konstrukcije zrakoplova. Veći motori općenito proizvode više snage, ali također troše više struje i teži su. Ljudi obično misle da je "što veće to bolje".

Međutim, što se motor brže okreće, to je učinkovitiji. Stoga ponekad ima smisla koristiti manji motor kako bi bio učinkovitiji tijekom leta. Trenutna potrošnja i zakretni moment: zakretni moment obično je povezan s promjerom i duljinom motora, što znači da će veći motori općenito proizvesti više zakretnog momenta. Više okretnog momenta znači bolji odaziv zrakoplova. Međutim, veći okretni moment znači i veću snagu. [6]



*Slika 6. Motori drona*

- **Propeleri**

Propeler zrakoplova hvata energiju vrtnje rotirajućeg motora i pretvara je u uzgon. Kada se radi o finom podešavanju performansi propulzijskog sustava, propeler je obično element koji se najlakše mijenja. Neke od bitnih stavki koje treba razmotriti prilikom odabira propelera su; nagib: nagib propelera je najveći faktor u stvaranju uzgona.

Nagib je kut lopatica na propeleru. Što je viši korak propelera, to može proizvesti veći uzgon pri određenom broju okretaja u minuti, ali je i manje učinkovit. Ako vaš zrakoplov treba letjeti vrlo brzo, trebat će vam propeler većeg koraka, a ako trebate lebdjeti na mjestu dulje vrijeme, propeler nižeg koraka bit će bolji.

Motori visokog momenta u kombinaciji s propelerima velikog koraka čine vaš zrakoplov bržim i osjetljivijim u letu. Umjesto toga, vaš će zrakoplov postati “poslušan” i lakši za letenje. Lagani, plastični propeleri jeftini su i lako ih je pronaći, ali mogu biti manje učinkoviti i stvarati prekomjerne vibracije u konstrukciji zrakoplova koje mogu uzrokovati pogreške u drugim sensorima. Propeleri od karbonskih vlakana su čvršći, ali će koštati puno više.

Ne preporučuje se korištenje različitih propelera koji kao rezultat stvaraju više vibracija što bi moglo ometati navigaciju drona. Ravnoteža: pravilno uravnoteženi propeleri smanjit će vibracije, ali će i povećati cijenu. Neuravnoteženi propeleri će smanjiti učinkovitost cijelog pogonskog sustava. [4] [6]



*Slika 7. Propeleri drona*

### 2.3. GPS

Global Positioning System (GPS), satelitski je navigacijski sustav i sustav za pozicioniranje. Svatko s GPS prijammikom može pristupiti GPS mreži - te prijemnike nalazimo u našim telefonima, automobilima, fitness nosivim uređajima i dronovima. Svaki satelit u mreži kontinuirano odašilje signale s vremenskim oznakama koje mogu uhvatiti GPS prijemnici na Zemlji. Ovi signali putuju brzinom svjetlosti u obliku radio valova. Izračunavanjem vremena potrebnog signalu da putuje od satelita do prijammika, može se odrediti udaljenost između njih. Koristeći podatke s više satelita, može se odrediti točna lokacija bilo kojeg GPS prijammika na Zemlji. Na većem području, GPS omogućuje sigurniju kontrolu zračnog prometa, pružajući bržu i točniju alternativu sustavima za pozicioniranje koji se temelje na radaru. Danas su čak i lagani ultraprijenosni dronovi opremljeni GPS tehnologijom.

GPS poboljšava let drona na dva načina: **sigurnost i autonomni let**.

- **Sigurnost**

Uvijek na prvom mjestu u dizajnu bespilotnih letjelica, a GPS tehnologija u središtu je mnogih funkcija povezanih sa sigurnošću. Od načina rada koji su prikladni za početnike u dronu do sveobuhvatnijeg praćenja, GPS čini dronove lakšim za korištenje i stavlja više odgovornosti na pilota dronova za sigurnost zračnog prostora.

- **Autonomni let**

Jedna je od naprednijih značajki modernih dronova. Ne samo da je zabavno gledati dron kako leti uz minimalan napor pilota, nego točnost i ponovljivost leta drona potpomognutog GPS-om otvara vrata mnogim komercijalno korisnim aplikacijama drona u fotografiji kao što je praćenje pilota. Ova funkcija služi tome kako bi pilot drona bio u mogućnosti snimiti zanimljive kadrove iz zraka sasvim samostalno, u kojima je on objekt promatranja, te samim time u mogućnosti je hodati, trčati, voziti automobil ili bilo što drugo i pritom ne mora obraćati pozornost na upravljanje dronom niti držati pogled na ekranu kako bi vidio gdje se dron kreće i hoće li kadar biti dobar.

Ova korisna funkcija također ima više varijanti od kojih su najčešće korištene i one najpoznatije praćenje subjekta i takozvana “Spotlight” funkcija. Kod praćenja subjekta, dron prati subjekt koji se kreće na jednakoj udaljenosti čitavo vrijeme te postoji mogućnost istovremene promjene uglova ili kruženja oko subjekta. Kod Spotlight funkcije, subjekt je statičan te se dron kreće oko njega.



Slika 8. Prikaz funkcije “Active track”

## 2.4. Kratka povijest dronova s kamerom

Koncept bespilotne letjelice opisan je 1915. godine u disertaciji Nikole Tesle u kojoj on opisuje naoružani bespilotni zrakoplov namijenjen za obranu SAD-a. Razvoj dronova bio je snažno motiviran vojnom primjenom pa se tako najraniji slučajevi korištenja kamera na bespilotnim letjelicama mogu pratiti unatrag sve do njihove upotrebe u Vijetnamskom ratu za zračni nadzor i izviđanje. Sto se tiče komercijalne upotrebe, prvi u svojoj kategoriji je dron kanadske kompanije “Draganfly”. Draganfly kompanija osnovana je 1998. godine te samo godinu dana kasnije izbacuje svoj prvi komercijalizirani kvadrotor (dron s četiti motora), a godinu nakon izbacuje prvi kvadrotor s integriranim sustavom kamera. [2]

Dok kompanija Draganfly zasluženno nosi zaslugu prve u razvoju i komercijalizaciji ovih letjelica, usporedno s njom razvija se još nekolicina kompanija od kojih je najviše ističe kineska kompanija pod imenom DJI (Da Jing Inovations), koja unatoč brojnim svjetskim priznanjima i napredka Draganfly-ja, prestiže Draganfly te sjeda na prvo mjesto kao najveća svjetska kompanija za proizvodnju i razvoj dronova u svijetu gdje već dugi niz godina dominiraju sa DJI Phantom serijom dronova, DJI Mavic Air i DJI Mavic Mini serijom. DJI Phantom serija od 2022.godine prestaje sa proizvodnjom, ponudom i tehničkom podrškom od strane kompanije radi kako oni kažu; nedostatka dijelova koji su bili dostupni kako bi se održao korak s narudžbama i potražnjom. Danas u ponudi sa njihove službene stranice mogu se pronaći DJI Mavic, DJI Air, DJI Mini, DJI Avata, DJI Inspire te DJI FPV (first person view) dronovi.



*Slika 9. Draganfly 1 (lijevo), slika 10. DJI Phantom 1 (desno)*

## 2.5. Fotografi i analiza

### 2.5.1. Domagoj Sever

Domagoj Sever, hrvatski je fotograf i travel bloger, te je pobjednik više od 30 međunarodnih fotografskih natječaja. Među njegovim najznačajnijim fotografijama nalazi se fotografija “Zlatni rat”, jedne od najljepših i u svijetku najpoznatijih hrvatskih plaža, koja je proglašena među 52 najbolje pejzažne fotografije 2018. godine te je završila kao fotografija dana u časopisu National Geographic.



*Slika 10. Zlatni rat*

Domagoj je sudjelovao u 35awards, velikom međunarodnom fotografskom natječaju u kategoriji “aerial photography”, odnosno fotografije iz zraka, gdje je ostvario svoje mjesto kao jedan od 35 najboljih fotografa na svijetu, te je 2022. godine po izborima posjetitelja među 5 najboljih fotografa u svijetu u toj kategoriji. Ispod su prikazane fotografije kojima je osvojio ove nagrade.



Iz fotografija je vidljivo kako Domagoj pomoću drona zamrzava prolazni trenutak, hvatajući bit pokreta i dinamičnost samog krajolika. Kompozicije su dinamične, s naglašenom ravnotežom linija, uzoraka i boja koje usmjeravaju promatračev pogled. Fotografija izaziva niz osjećaja od kojih su najviše zastupljeni uzbuđenje, ushit ili čak spokoj, ostavljajući neizbrisiv doživljaj koji ostaje dugo nakon.



*Slika 11. Kelingking plaža, Nusa Penida, Indonezija 2022.g*



*Slika 12. Dolomiti, Italija 2021.g*

### 2.5.2. Trung Pham Huy

Trung Pham Huy, vijetnamski je fotograf i osvajatelj brojnih nagrada na međunarodnom fotografskom natječaju 35awards. U kategoriji zračne fotografije na 35awards, osvojio je prvo mjesto 2020. godine te 2022. godine nagradu za najbolju fotografiju u istoj kategoriji.

Pokret - mreže su toliko velike da ih ribari moraju spuštati pod vodu i upravljati čamcima kako bi ih zabacili što brže mogu. Ovakvo stvaranje uzoraka nije lako te tajming mora biti potpuno precizan. Uzorak liči na list Ginka Bilobe.



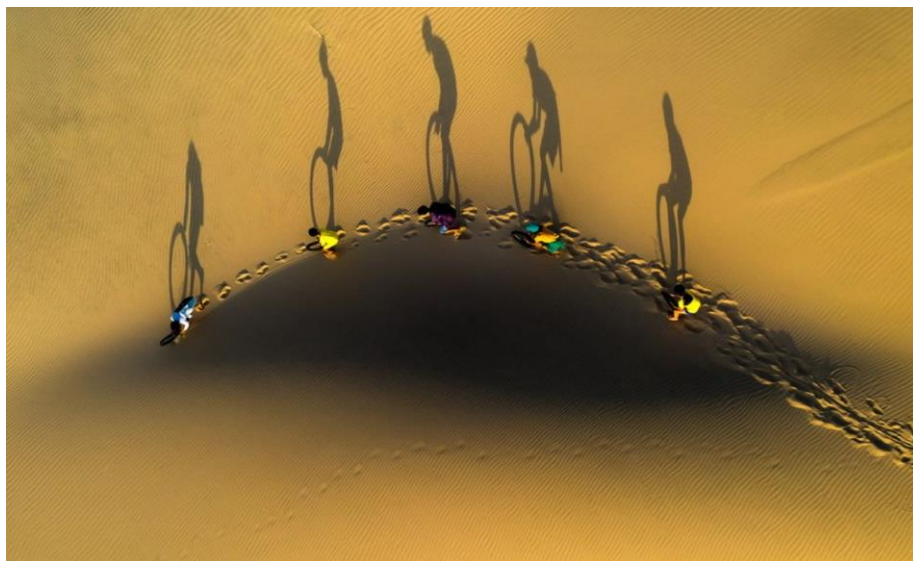
*Slika 13. Ribarska mreža*

Berba vodenog kestena – pokazuje blistavu seriju tonova zelene boje gdje se kontrastom ističe berač obučen u žarku crvenu tuniku.



*Slika 14. Berba vodenog kestena*

Pogled iz zraka na stalne pratitelje svakog čovjeka, sjene. Na prvi pogled pomislili biste da fotografija prikazuje bicikliste no kada se zagledate i malo bolje promislite, bicikli i pijesak ne idu baš skupa. Dojam koji se dobiva iz fotografije je kao da se sjene osoba kreću po pustinjskoj dini.



*Slika 15. Sjene iz zraka*

## **2.6. Odredbe i zakoni**

Kada su u pitanju dronovi, postoji nekoliko kategorija dronova prema kojima se primjenjuju odredbe te za njih različito vrijede pravilnici letenja. Prije svega nešto na što trebaju paziti svi piloti dronova su samo stanje dronova kojima se upravlja, oni prvenstveno moraju biti tehnički ispravni te sva pripadajuća oprema mora biti provjerena i ispravna. Također treba obratiti pažnju na vremenske uvjete te omogućuju li siguran i nesmetan let.

Ova pravila vrijede od 10.06.2023. na području RH i EU te vrijedi za sve operatore bespilotnih letjelica (pilota dronova). Vrijedi i za dronove teže i lakše od 249g. Jednom kada se dron registira u RH njime se može letjeti na području EU-a bez problema (ovisi o zemlji i mjestu gdje će se letjeti).

U Republici Hrvatskoj postoje 3 institucije koje su vezane uz letenje dronom:

- 1. Hrvatska agencija za civilno zrakoplovstvo - CCAA.**
- 2. Hrvatska kontrola zračne plovidbe - HKZP**
- 3. Državna geodetska uprava - DGU**

CCAA i HKZP- njih zanima dron kao zrakoplov tj. letjelica, a DGU kao instituciju zanima snimljeni materijal (foto+video).

### 2.6.1. Hrvatska agencija za civilno zrakoplovstvo (CCAA):

Otvorena kategorija za bespilotne zrakoplove odnosi se na one od 0g-25kg.

Ona se dijeli na A1, A2 i A3 kategoriju;

- **A1 kategorija:  $0 < OM < 500g$**

\*(OM - operativna masa: dron + baterija + propeleri + kamera).

Svi dronovi ispod 250g bez kamere pripadaju podkategoriji, kao i dronovi DJI Mavic Mini 1,2, DJI Mavic Air 1. Za A1 kategoriju je potrebno položiti online ispit (40), imati policu osiguranja i svaki let prijavljivati putem AMC aplikacije. Ukoliko se dronom kreće unutar 50m u CTR (kontrolirani zračni prostor), može se letjeti bez prijave 7 dana unaprijed, ako je preko 50m u CTR-u onda obavezna prijava na AMC portal. [3] [7]

- **A2 kategorija:  $500g \leq OM < 2kg$**

Ako imate DJI MAVIC AIR 2, DJI MAVIC PRO 1/2-ZOOM ili PRO, DJI PHANTOM 3/4/4 PRO, DJI INSPIRE, tada pripadate ovoj kategoriji. Dozvoljeno letenje blizu ljudi do horizontalne udaljenosti od najmanje 50m. Za A2 je obavezna registracija operatora i odgovarajuće osposobljavanje udaljenih pilota te 2 ispita (ispit 40 + ispit 30). Obavezna polica osiguranja i prijava leta na AMC portal. [3] [7]

- **A3 kategorija:  $2kg \leq OM < 25kg$**

Ovdje se isključivo smije letjeti daleko od naseljenih mjesta i ljudi. Letenje izvan naseljenih područja na udaljenosti od najmanje 150m. Za A3 je obavezna polica osiguranja, prijava na AMC portal, Ispit 40 + ispit 30. [3] [7]

## 2.6.2. Ispiti i registracija

- **Ispit**

Ispit 40 se polaže online na stranicama CCAA dostupan od 0-24h za polaganje.

Ispit 30 za A2 se polaže isključivo u prostorijama CCAA u Zagrebu. Ispit više nije moguće položiti online putem kao što se do nedavno to moglo. CCAA je omogućila polaganje ispita u određenim gradovima i mjestima te se popis može naći da CCAA službenoj stranici. Materijali za ispit također su objavljeni na stranicama CCAA, baza je pitanja i većina pitanja je ponavljanje kao za ispit A1-A3, iako pitanja za A2 obuhvaćaju i pitanja vezano uz EU uredbe i članke iz njih. [7]

- **Registracija**

Registracija drona se također vrši na CCAA stranicama, te ju je moguće ishoditi u nekoliko minuta ukoliko ste fizička osoba, te ukoliko ste pravna osoba prilažete dokument osiguravajuće kuće, tj. osiguranja vašeg drona. Pod opcijom fizička osoba, ovdje se odnosi na fizičke osobe koje posjeduju svoj obrt, što dodatno čini cijeli proces registracije drona i pribavljanja svih dokumenata kako bi se legalno letilo i snimalo, znatno više kompliciranim. S obzirom da većina ljudi koristi svoj dron amaterski, te lete iz razonode, kao što npr. roditelji kupuju djeci dronove zajedno s njima snimaju obiteljske uspomene, ili parovi i turisti koji jednostavno žele posnimiti zanimljiv krajolik ili neki dobar sadržaj koji bi objavili na svom Instagramu ili nekoj drugoj društvenoj mreži, ovaj korak onemogućava im legalnu upotrebu drona ukoliko nemaju i svoj obrt. Ukoliko ste u mogućnosti ipak pribaviti registraciju za svoj dron, dobivate i vlastitu registracijsku oznaku nalik registracijske tablice za auto koju je potrebno zalijepiti na dron. [7]

### **2.6.3. Hrvatska kontrola zračne plovidbe (HKZP):**

Ova agencija podrazumijeva kontroliranje zračnog prostora RH i svih sudionika u zračnom prometu (avioni, helikopteri, dronovi). Ako želite letjeti dronom obavezni ste prijaviti let kontroli leta (HKZP). Ako se nalazite i planirate letjeti u krugu od 5-10km od aerodroma (Zagreb, Split, Rijeka, Osijek, Zadar, Pula, Dubrovnik,) nalazite se u CTR tj. kontrolirani zračni prostor. Preko aplikacije AMC portal se jednostavno registrirate i možete isti trenutak unutar CTR-a dobiti dozvolu za let na visini do 50m unutar CTR-a. Ako planirate letjeti iznad 50m u CTR-u morate 7 dana unaprijed rezervirati zračni prostor putem aplikacije AMC portal. Letenje je dozvoljeno od 0-120m ovisno je li područje na kojem se planira letjeti unutar CTR-a ili ne. Ako je izvan CTR-a onda se za 5 minuta dobije dozvola za let putem AMC aplikacije. [8]

Letenje za A1, A2, i A3 kategorije dronova se provodi do visine 120m (50m) unutar CTR ili van CTR-a. Za letenje na većim visinama potrebna dodatna dozvola od CCAA. [8]

### **2.6.4. Državna geodetska uprava (DGU):**

Provođenje Zakona o obrani “Uredba o snimanju iz zraka“, želite li snimati dronom morate prvo izvaditi dozvolu za snimanje iz zraka. Kao što je već spomenuto, u uredbi ne postoji članak koji odvaja fizičke i pravne osobe, čak naprotiv samo pravne osobe nakon dobivenog odobrenja za snimanje iz zraka smiju snimati prostor RH (kopno + more). Kao što kaže Uredba o snimanju iz zraka, snimati iz zraka državno područje Republike Hrvatske mogu pravne i fizičke osobe registrirane za djelatnost snimanja iz zraka pri nadležnim tijelima država u kojima imaju poslovni nastan, nakon pribavljenog odobrenja za snimanje iz zraka.

Zakonom nažalost ne postoji odvojeno snimanje za komercijalne ili nekomercijalne svrhe, sva snimanja se gledaju jednako. [9]

Sukladno tom zakonu, snimanjem iz zraka bez dozvole se krši “Zakon o obrani” i prema njemu se izdaju prekršajni nalozi i kazne u iznosu od 5.000,00 do 25.000,00 kn. [9]

- Primjer u teoriji:

Kupili ste dron u trgovini i želite s njim snimati predivnu Hrvatsku da bi to objavili na svom Instagramu. Ako nemate tvrtku, vi to ne smijete. Da, dobro ste pročitali, Hrvatska ne dozvoljava snimanje Hrvatske dronom ako nema tvrtku i ako prethodno niste dobili dozvolu za snimanja i dozvolu za javnu objavu snimljenog materijala od DGU.

Naime postoji jedna iznimka, a to je snimanje za potrebe vlasnika tj. samo snimanje vlastite imovine (npr: obiteljski roštilj u vašem dvorištu), gdje se smije objavljivati objava bez odobrenja DGU, npr: vaša kuća, vikendica ili ako vi kao tvrtka snimate reklamu za npr: tvrtku koja se bavi obradom metala pa se iz zraka snimaju pogoni i površina tvrtke iz zraka. Tada to smije u javnost bez prethodnog odobrenja jer imate suglasnost od vlasnika.

Ako netko ide na izlet u Zagreb i želi snimiti Markov trg, Zagrebačku katedralu iz zraka ili Arenu Zagreb kao fizička osoba to ne smije već može samo uz prethodno dobiveno odobrenje od DGU kao pravna osoba. [9]

- Primjer iz prakse:

Ako imate DJI MAVIC 2 PRO i po zakonu nakon prijave drona i položenih ispita, (ispit 40 i ispit 30), za tu kategoriju drona koji je teži od 250g te spada u A2 kategoriju, u CCAA uz prilaganje police osiguranja obavljate prvi korak. Drugi korak je rezervacija zračnog prostora iznad kojeg planirate letjeti npr: Zagrebačka katedrala. Dana 20.7.2023. ste napravili rezervaciju na AMC portalu i tek za 7 dana nakon dobivanja odobrenja od HKZP smijete letjeti. Nakon čekanja 7 dana dobili ste dozvolu za let npr: od 27.7.2023. do 15.8.2023. Sada vam samo ostaje dobiti odobrenje za snimanje iz zraka od DGU, koje ponovno možete dobiti samo ako imate svoj obrt ili ste registrirani kao pravna osoba. Dakle, šanse za prosječnog građanina za snimanje i objavu istog sadržaja su poprilično nepostojeće ukoliko se slijedi zakon.



### **2.6.5. Kažnjavanja:**

Proces kažnjavanja se provodi na 2 načina:

1. Zaustavljanje i provjeravanje od strane policijskih službenika i drugih ovlaštenih osoba poput inspektora CCAA gdje se provjerava dozvola od CCAA, AMC odobrenje za zračni prostor i odobrenje za snimanje iz zraka od DGU. Ukoliko nešto od toga nemate npr: odobrenje za snimanje od DGU, policija piše prijavu CCAA i kasnije možete očekivati “čestitku“ na kućnu adresu. Policija ne piše kazne nego samo uzima podatke i prosljeđuje informacije o događaju CCAA, HKZP i DGU koji tada sukladno vašem prekršaju odlučuju o kazni.

2. Dobivanje kazne od DGU na kućnu adresu zbog objavljivanja materijala (foto+video) online bez rješenja/ dozvole za upotrebu snimljenog materijala od DGU.

Naime do početka 2023.godine, dronovima do 250g moglo se pilotirati bez pribavljanja registracije ili osiguranja. S obzirom da je to vrijedilo samo za dronove teže od 250g, DJI kompanija specifično je proizvela modele DJI Mavic Mini 1, 2 i 3, koji su težine do 249g. Moralo se jedino pribaviti dozvola za let zračnim prostorom te dozvola od DGU. Početkom 2023 godine, ovaj zakon se promijenio te su svi dronovi po gore navedenim kategorijama potrebni pribaviti spomenute dozvole. S obzirom da i na papiru a i u praksi sve ovo traje relativno dugo, proces je kompliciran te se plaća osiguranje drona, većina pilota danas ne pribavlja ove dozvole te lete “na crno”. Ukoliko se prakticira taj način letenja i snimanja, treba biti na oprezu kako vlasti ne bi primjetile pilota koji upravlja dronom i time riskirali da ih se provjerava imaju li pribavljene sve potrebne dozvole, te paziti kako snimljeni sadržaj nebi objavili na nekom portalu koji bi tada mogao završiti u rukama DGU. [8] [9]

## 2.7. FPS (broj sličica u sekundi)

Što je FPS, odnosno broj sličica u sekundi?

Broj sličica u sekundi odnosi se na broj sličica koje se prikazuju tijekom razdoblja od jedne sekunde kod videozapisa, samim time što je broj sličica u jednoj sekundi veći, dobivamo bolju jasnoću snimke te zaglađenost pokreta. Dakle, video snimke, bilo to videozapisi koje snimate mobitelom, filmovi ili pak animacije, zapravo se ne kreću same po sebi već doživljaj kretnji mi dobivamo upravo pomoću određenog broja sličica koji se izmijene u sekundi. [10]

Pojednostavljeni primjer toga je na primjer knjižica u koju na svaku stranicu nacrtate čovječuljka, te sa svakom idućom stranicom nacrtate ga u drugoj pozi tako da si zamislite kako on hoda i sukladno tome mu mijenjate položaj nogu. Ako tu knjižicu prelistate jako brzo dobit ćete dojam kako se čovječuljak na njoj kreće.



*Slika 16. Usporedba u prikazu fps-a*

Kada snimate videozapise pomoću vašeg drona, cilj vam je postići što stabilnije i glađe snimke. Jedan od neizostavnih dijelova na dronovima koji drži kameru je upravo zadužen za taj posao i služi kao stabilizator prilikom kretanja drona ili uslijed jakog vjetra, kako bi snimke ispale što stabilnije. Taj dio nazivamo “gimbal”.



*Slika 17. Kamera drona DJI Mavic Mini*

Što se tiče najboljih postavki FPS-a za snimanje videozapisa kod dronova, to je do osobne preference te ovisi o tome kakvu vrstu videa želite snimati i za koga taj video snimate. S obzirom da nam je cilj postići što glađe snimke, uvijek treba težiti snimanju u 30 ili 60 fps-a. 30 fps-a je digitalni standard koji vidamo posvuda te je najzastupljeniji dok 60 fps-a daje doživljaj kao da gledate dokumentarac upravo radi ultra glatkih kretnji. Ukoliko pak snimate s 24 fps-a, velika je vjerojatnost da će se snimka činiti ne tako glatka i dosta lošija nego što bi to bilo da je snimano sa 30 ili 60 fps-a.

To se dešava zato što i unatoč gimbalu, ponekad dolazi do malih trzaja drona u zraku, a s druge strane prilikom objave tog videozapisa na željenu platformu kvaliteta videozapisa se ponekad drastično smanji. Zato je uvijek bolje koristiti veći broj fps-a jer u post produkciji, uvijek se s npr. 30 fps-a možete spustiti na 24, no ako ste video snimili u 24 fps-a ne možete ga povećati na 30.

Ako je riječ o puno većem broju sličica u sekundi, kao što su 110 fps-a ili 240 fps-a, tada je specifično riječ o snimkama koje se u post produkciji usporevaju kako bi se postigao glatki slow motion doživljaj, tj. kako bi se dobio što bolji usporeni snimak. Što veći broj fps-a takve snimke imaju, u post produkciji će se više moći usporiti te će ta snimka izgledati puno prirodnija i ugodnija za gledanje.

### **3. PRAKTIČNI DIO**

#### **3.1. Ciljevi i hipoteze**

Cilj je prikupljanje video sadržaja te njegova pretvorba u krajnji proizvod u obliku cinematic videa koji prikazuje pejzaž prirode i hrvatskih krajolika iz zraka, razlike u terenu, bojama i uzorcima pojedinih krajolika i doticaj prirode s ljudski stvorenim građevinama. To je postignuto pomoću Dji Mavic Mini drona kojim je snimljen video sadržaj iz zraka pojedinih krajolika te dodavanjem ljudskog subjekta u nekim scenama, kako bi se dobio dramatičan doživljaj velebnosti krajolika.

Hipoteza: proces prikupljanja video sadržaja znatno je ograničen strogo postavljenim zakonima i regulativama u vezi komercijalnog i amaterskog upravljanja bespilotnim letjelicama.

#### **3.2. Oprema i specifikacije**

Oprema korištena za izradu praktičnog dijela:

- DJI Mavic Mini
- kontroler
- memorijska kartica
- računalo

- **DJI Mavic Mini**

DJI Mavic Mini spada u A1 kategoriju dronova. Težak je 249g što ga svrstava u dronove A1 kategorije koji su težine do 250g i ujedino je prvi od svoje vrste u istoj. Kao i svaki dron ima svoj pripadajući kontroler koji se spaja na mobitel te zaslon mobitela postaje ekran i prikazuje što kamera snima. U svom paketu dolazi sa 3 baterije, 2 dodatna para propelera, punjačem i kutijom za transport.



*Slika 18. DJI Mavic Mini s pripadajućom opremom*

### **Specifikacije drona:**

- Težina: 249g
- tri moda letenja: S (sport)  
P (positioning)  
C (cinema)
- maksimalna udaljenost: 2000 m
- maksimalna visina: 500 m
- maksimalna duljina leta na jednoj bateriji: 30 minuta

### **Specifikacije kamere:**

- rezolucija senzora: 12 mp (megapiksela)
- blenda: tip: elektronička  
otvor: f/2.8  
brzina blende: 4-1/8000s
- ISO: Video: 100-3200 (automatsko i manualno podešavanje)  
Foto: 100-1600 (automatsko podešavanje)  
100-3200 (manualno podešavanje)
- video rezolucija: 2.7K: 24/25/30 fps (sličica po sekundi)  
FHD: 24/25/30/48/50/60 fps
- foto format: JPEG
- video format: MP4 (H.264/MPEG-4 AVC)

### 3.3. Modovi letenja

- **Sport mod (S)**

Maksimalna brzina Sport moda je 13 m/s. Sport način prigodan je za snimanje akcijskih videa poput skokova u more, vožnje jet skija, drift automobila i slično. Gljiva na kontroleru za upravljanje dronom, tj određivanje smjera kretanja je najosjetljiviji u ovom načinu rada te ga je dovoljno malo pomaknuti u željenom smjeru da bi dron brzo krenuo te pomoću potenciometra određuje brzinu. Što dalje guate palcem gljivu za upravljanje to se brzina više povećava. S obzirom na brze i nagle promjene kretanja drona, snimke su pod rizikom da ne ispadnu glatke no do toga ne dolazi radi gimbala koji svoju zadaću stabiliziranja kamere obavlja izvrsno. Ovaj način leta ipak će trošiti najviše baterije s obzirom da je dronu potrebno puno više energije u kraćem vremenskom periodu te dolazi do većeg naprezanja samog uređaja i to na kraju rezultira trajanju leta od svega nekih 15ak minuta od maksimalnih 30 minuta. FPV dronovi su ipak najbolja opcija kada je riječ o ovakvoj vrsti snimaka. [4]

- **P mod**

Ovaj način letenja je nešto između sport i cinematic načina letenja, niti prebrz, niti prespor. Balansiran način rada koji je optimiziran da iskoristi 25-30 minuta leta ovisno o vjetru, brzini kretanja i načinu snimanja. Maksimalna brzina je 8 m/s.

- **Cinematic (C)**

Ovaj način leta je onaj koji birate ukoliko vam je cilj snimanje cinematic videa, poput snimki krajolika. Ovaj način rada ima najmanje osjetljivu gljivu na kontroleru kojim određujete smjer kretanja te samim time snimke ispadaju najglade i moguće je izrazito nježno i sporo mijenjati orijentaciju kamere prilikom kretanja drona. To je izrazito korisna značajka ukoliko vam je cilj snimiti neki statičan objekt kojega želite zadržati u kadru ali pokazivati ga tako da mu se mijenja kut gledišta, poput snimanja nekretnina. U tom slučaju možete npr. kuću sa okućnicom detaljno prikazati iz jednog jedinog snimka u trajanju od recimo 1-2 minute, gdje će dron kružiti izrazito sporo oko kuće i pritom ju snimati iz različitih uglova, te ćete vi tokom trajanja te snimke moći nesmetano prezentirati dijelove kuće izvana. Maksimalna brzina je 4 m/s.

### 3.4. Kamera

Što se tiče autonomije kamere drona, uz kretanje drona naprijed – nazad, lijevo – desno, gore – dolje te zakretanje, kamera također ima funkciju pomicanja neovisno o kretanju drona. Moguće je zakretati kut gledanja kamere od početnog horizontalnog položaja prema dolje za 45 stupnjeva, zadnja točka prikazuje perspektivu tlocrta te je usmjerena direktno prema zemlji. Ta funkcija omogućuje obuhvaćanje još većeg dijela kadra te puno prirodniju tranziciju u mijenjanju kuteva snimanja tokom samog leta te iz nekoliko sljedećih razloga:

- **Perspektiva i kompozicija:** naginjanjem kamere prema tlocrtu, možete uhvatiti jedinstvene perspektive i stvoriti uvjerljive kompozicije. Ovaj kut pruža različitu točku gledišta koja može istaknuti uzorke, teksture i oblike na tlu.
- **Fotografija krajolika:** tlocrtni prikaz omogućuje vam snimanje prostranih krajolika odozgo, prikazujući razmjere i uzorke prirodnih obilježja kao što su planine, šume, rijeke ili polja.
- **Arhitektura i urbana fotografija:** ovaj prikaz je izvrstan za snimanje arhitektonskih struktura, gradskih pejzaža i urbanih okruženja. Može otkriti raspored, simetriju i dizajn zgrada i ulica, pružajući svježju perspektivu na poznate lokacije.
- **Kreativno izražavanje:** mogućnost naginjanja kamere otvara kreativne mogućnosti za fotografe i videografe. Omogućuje im eksperimentiranje s različitim perspektivama, stvaranje apstraktnih kompozicija i dodavanje raznolikosti njihovom vizualnom pripovijedanju.

### **3.5. Prikupljanje video sadržaja**

- **Izvori**

Izvori video sadržaja koji je potreban za montažu videa, prikupljeni su na područjima Hrvatske te uključuju; Primorsko Goransku županiju, Istru, Srednju Dalmaciju i Zagrebačku županiju. Video sadržaj uključuje više snimaka pojedinih krajolika snimljenih iz različitih uglova te na različitoj visini i udaljenosti od subjekta na sceni kojeg predstavlja čovjek. Glavni od ciljeva koji se videom namjeravao postići je prikazivanje raznovrsnosti krajolika Hrvatske. Prikaz ljepote prirode kroz kontinentalnu šumsku, gorsku te primorsku Hrvatsku u proljetnim i ljetnim mjesecima.

- **Proces prikupljanja video sadržaja**

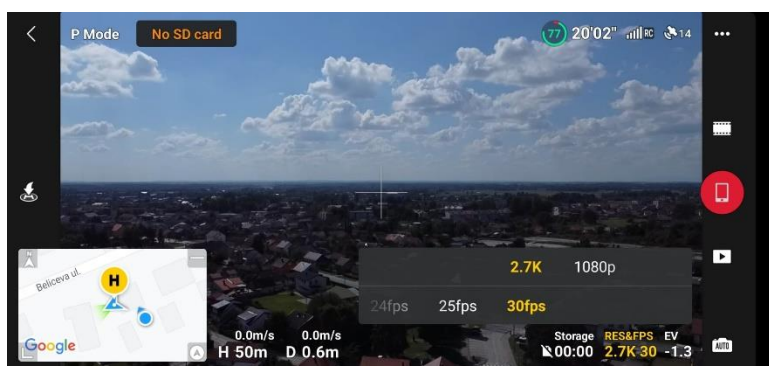
Video sadržaj prikupljen je na područjima; Sljemena, Pule, Valbandona, otoka Vrgade, otoka Pašmana, Velebita, jezero Lokve i Ivanić Grada kroz razdoblje od rujna 2023. do rujna 2023. godine. Prije svega bilo je potrebno napraviti plan snimanja. U plan snimanja ulazi provjera vremenskih uvjeta pojedinih lokacija prije snimanja, provjera opreme i testni let dronom. Na svakoj od lokacija napravljeno je desetak snimaka koje se međusobno razlikuju po izmjeni kadrova snimanja tokom leta, kretanju brzini drona, izmjeni perspektiva, fokusu promatranja, dobu dana te ubacivanju subjekta u snimku. Ubacivanje subjekta u snimke rađeno je iz razloga kako bi se na određenim mjestima mogao dobiti dojam o velebnosti i razmjerima pojedinih krajolika. Prilikom snimanja dronom korištene su sljedeće postavke za snimanje; 16:9 omjer širine i visine, automatski balans bijele, 2.7K rezolucija u 30fps-a.



**16:9 omjer** korišten je iz razloga jer je široko korišten te je standard mnogih monitora i formata za multimediju i video.

**Automatski balans bijele** mnogo je prikladniji za snimanje dronom iz razloga što se prilikom snimanja pilot nema vremena baviti manualnim podešavanjima jer su mi već ruke zaokupirane kontrolama kako bi dobio savršenu snimku i kretanju drona. Što se tiče fotografije, ovdje se preporuča manualno podešavanje.

**2.7K reolucija** dolazi u najviše 30 fps-a, te je stoga najveća rezolucija kojom dron može snimati i nakon postprodukcije će najmanje izgubiti na kvaliteti. 1080p u 60 fps-a bilo bi vjerojatno ugodnije za gledanje, no razlika u kvaliteti bi bila primjetna na većim monitorima i TV ekranima.



*Slika 19. Prikaz sučelja Dji Fly aplikacije, opcija odabira rezolucije i fps-a u kojem je sniman video sadržaj za iradu projekta*

- **Uparivanje drona i kontrolera**

Dron se povezuje na kontroler bežično, te se mobitelom potrebno spojiti na kontroler putem usb kabla. Kontroler ima male ručice koje se otvaraju te se mobitel uglavljuje između njih i povezuje usb kabelom. Kontroler i dron je potrebno upaliti te se process spajanja vrši automatski. Što se tiče upravljanja dronom, za to je potrebno instalirati Dji Fly aplikaciju sa službene Dji stranice, izraditi račun te nakon povezivanja mobitela, kontrolera i drona pokrenuti aplikaciju.

Sučelje aplikacije koje se nalazi na slici ispod daje nam informacije o tome u kojoj zoni leta se nalazimo te smjernice za tu zonu, prikaz zemljovida sa oznakom drona na mjestu na kojem se trenutno nalazi, informacije o GPS povezanosti, jačini vjetra, kontrolama, kameri, jačini signala i ostalom.



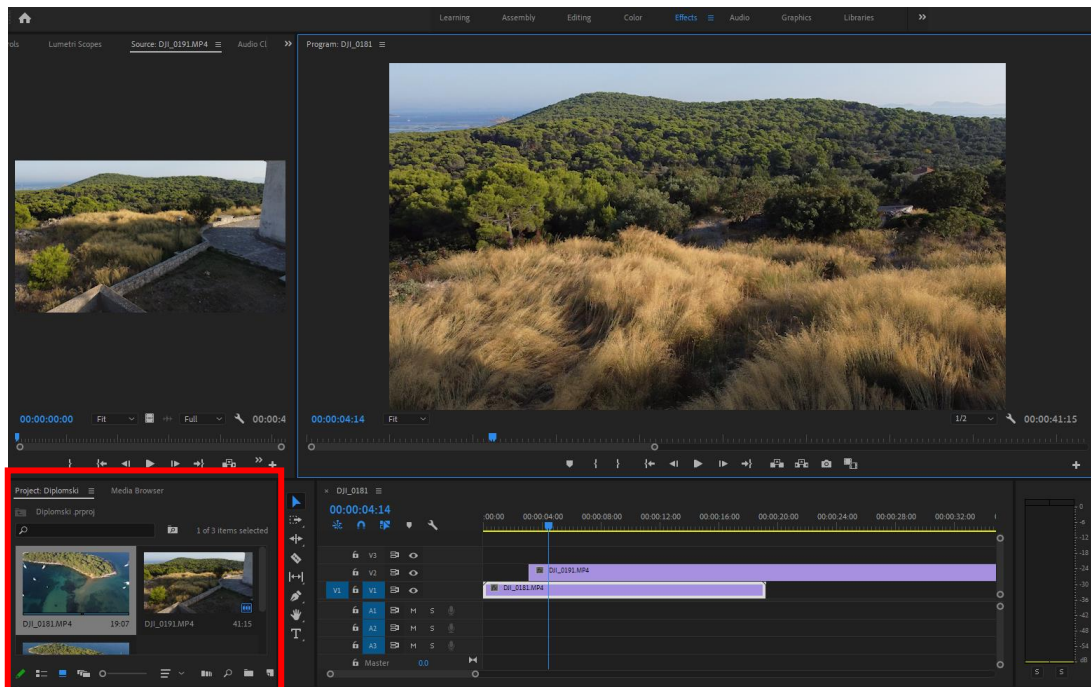
*Slika 20. Prikaz sučelja Dji Fly aplikacije*

### 3.6. Postprodukcija

Video postprodukcija kritična je faza u procesu stvaranja videa, a Adobe Premiere Pro je softverski program koji je bio korišten za izradu ovog projekta jer može uređivati neobrađene snimke u gotova umjetnička djela.

- **Uvoz video materijala**

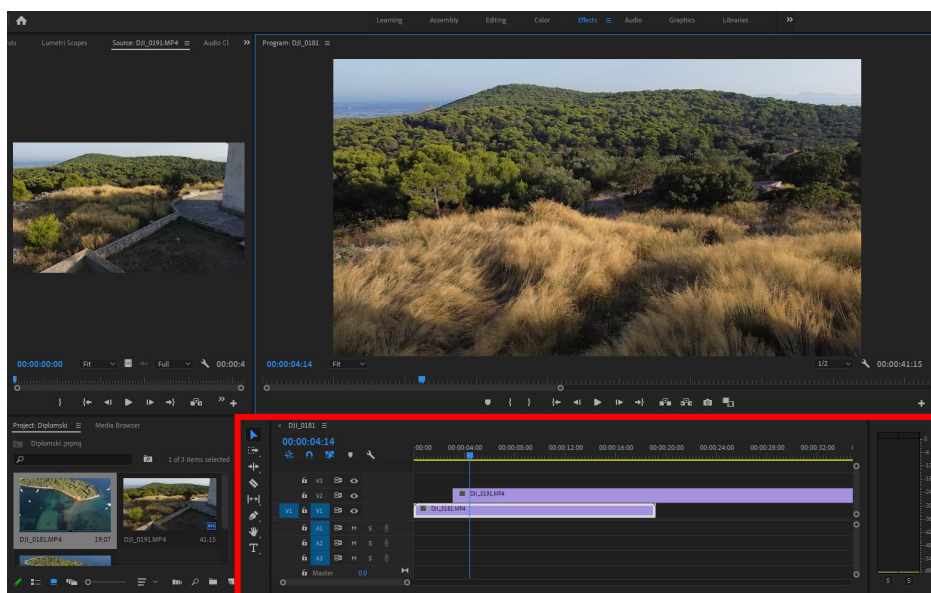
Prvi korak u postprodukciji je uvoz neobrađenih video datoteka i organiziranje snimke. Ovdje se odabiru snimke namijenjene za video montažu te se povlače u otvoreni projekt u Adobe Premieru.



Slika 21. Prozor u Adobe Premiere programu za uvežene video snimke

- **Video montaža**

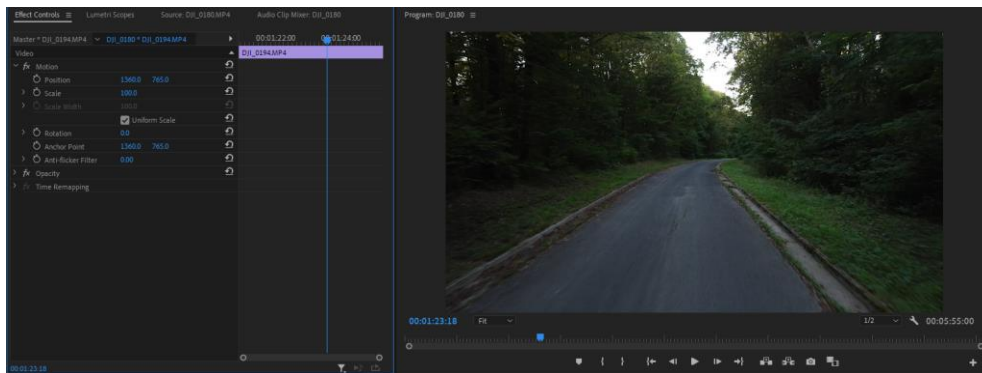
Nakon organiziranja snimke, montaža videa ključni je korak. Montaža se vrši postavljanjem videa na vremensku traku i montažom snimke kako bi se postigao željeni slijed i dinamika. Adobe Premiere nudi niz alata za precizno uređivanje, uključujući rezanje, spajanje, prijelaz i promjenu brzine snimke.



*Slika 22. Prozor u Adobe Premiere programu za video montažu*

- **Efekti i prijelazi:**

Za dodatnu kreativnost, Adobe Premiere omogućuje dodavanje prijelaza i efekata kako bi se postigla dodatna dinamičnost ili se napravila bolja tranzicija među rezovima i izmjenama snimki. Što se tiče tranzicija izmjena snimki tu su svedene na minimum kako se nebi dobio dojam pretrpanosti te bi time prijelaz trajao dulje. Na snimkama su izjednačeni tonovi boja kao bi se postigla konzistentnost tonova i spriječila prezasićenost ili nedovoljna zasićenost na različitim prikazima pejzaža. Isto je napravljeno sa ekspozicijom.



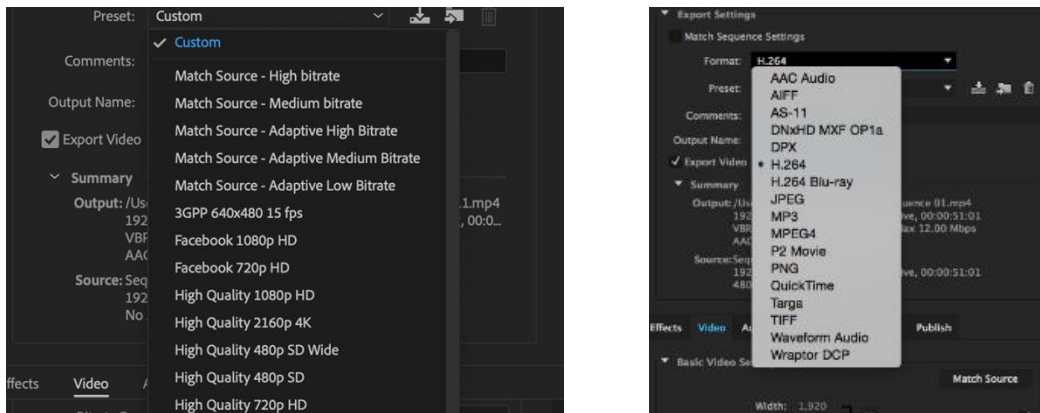
*Slika 23. Prikaz panela u Adobe Premiere programu  
za izradu i uređivanje efekata i prijelaza*

- **Montaža zvuka:**

Uređivanje zvuka jednako je važno kao i uređivanje slika i može biti od iznimno velikog značaja u dobivanju željene atmosfere. U svrhu ovog projekta, odabrana je mirna atmosferska melodija koja savršeno ide uz video prikaze krajolika te ostavlja dojam mira i harmonije. Ova glazba doprinosi emocionalnom doživljaju gledatelja, dodajući dubinu i emotivni kontekst video materijalu. Kombinacija preciznog uređivanja slike i pažljivog odabira zvuka igra ključnu ulogu u postizanju željenog efekta i stvaranju potpunog audiovizualnog iskustva.

- **Izvoz i distribucija:**

Kada se video uredi po želji, korisnik može odabrati željeni format i rezoluciju za izvoz. Adobe Premiere nudi mogućnosti izvoza u različite formate, uključujući HD, 4K, itd., i podržava različite platforme kao što su za web, TV ili kino. Postavke korištene za izvor ovog projekta su video rezolucija 2K (2160p) koja je ujedino bila i rezolucija snimanja dronom. Video format za kompresiju je MPEG4 iz razloga što je široko zastupljen te ga većina video playera podržava. Broj sličica u sekundi je 30fps-a te je za opciju video formata biran progresivni video format. Progresivni video je format u kojem svaki okvir videa sadrži sve linije slike, a okviri se prikazuju jedan za drugim redoslijedom. Drugim riječima, u progresivnom videu svaki okvir je potpuna slika i nema podjele na polja a s obzirom da dron Dji Mavic Mini koji je korišten za snimanje ovih videozapisa koristi isti video format, odabrana je ta opcija kako bi se sačuvala maksimalna kvaliteta videa.



*Slika 24. i 25. Prikaz opcija izvoza video sadržaja*

- Link na video: <https://1drv.ms/f/s!AifeW8aDxOJJ2ealZxSTy5ugFK-?e=I1pudQ>

### 3.7. Izazovi u produkciji i montaži

S obzirom da je video sadržaj koji se montira u Adobe Premieru snimljen pomoću drona, prva u nizu od poteškoća koja se može desiti je da se dobije drhtava snimka što se dešava usred nastanka vibracija jakog vjetra ili pak nepravilnom radu drona. Bez obzira na gimbal, odnosno stabilizator kamere koji sprječava da vibracije utječu na snimku, ovo je jedan od čestih i mogućih scenarija koji se dešavaju te u postprodukciji otežavaju dobivanje dobrih scenskih prikaza.

Idući izazov je korekcija boja, balans bijele i sama ekspozicija. U rijetkim uvjetima ćete dobiti snimke kod kojih su svi faktori jednako zadovoljeni te je potrebo prilagoditi ove faktore kako odstupanja u snimkama nebi bila prevelika. Brzina reprodukcije još je jedan factor na koji treba obratiti posebnu pozornost kako bi se kroz cijeli video dobila konzistencija u brzini snimljenog sadržaja. S obzirom da se dronom ponekad upravlja brže a ponekad sporije, to u videu može dati amaterski dojam koji se pokušava izbjeći. Ukoliko se javi ovaj problem, snimke nebi trebali ubrzavati ili usporavati a razlog je sljedeći; s obzirom da se na snimkama gotovo uvijek vidi utjecaj vjetra, prirode ili ljudi, ukoliko se snimka ubrza ili uspori, ona može dobiti na konzistenciji što se tiče drugih snimaka, no upravo radi vjetra i ostala dva faktora, bit će vidljivo da je snimka ubrzana ili usporavana. Stoga, kako bi se izbjegao ovaj dodatni problem u već postojećem problem, snimke kod kojih je brzina kretanja drona nešto veća mogu biti prikazivane na dijelu kada pozadinska glazba dobiva na dinamici. Isto je sa snimkama koje su nešto sporije, one mogu biti prikazane na dijelovima kada je glazba manje dinamična ili pak tiša.

Zadnje na što treba paziti jest to da se stvori atmosfera i pritom ispriča priča. Montaža može biti sama po sebi zahtjevna i treba paziti da se prvenstveno ispriča dobra priča, jer upravo to je ono što odlučuje o tome koji se od prethodnih faktora može zaobići, jer ponekad upravo su pogreške ono što snimke čini jedinstvenima, naravno ako ih se dobro upakira.

## 4. ZAKLJUČAK

Fotografija dronom postala je važna i živa grana fotografije, mijenjajući način na koji percipiramo i bilježimo svijet oko sebe. Jedna od glavnih prednosti korištenja dronova u fotografiji je mogućnost snimanja jedinstvenih perspektiva i snimaka iz zraka. To fotografima omogućuje stvaranje spektakularnih krajolika, arhitektonskih snimaka i snimaka prirode što prije ne bi bilo moguće bez helikoptera ili skupe opreme. Osim toga, dronovi omogućuju fotografima da istražuju teško dostupna područja poput planinskih vrhova, otvorenog mora, nedostupnih otoka te prostranih šuma. Osposobljeni su za snimanje visokokvalitetnih fotografija i videa iz zraka, omogućujući bržu i učinkovitiju vizualizaciju i dokumentaciju prostora i objekata.

Međutim, valja napomenuti da kako tehnologija napreduje i bespilotne letjelice postaju sveprisutnije, tako rastu i problemi privatnosti i sigurnosti. Fotografi dronovima moraju se pridržavati zakona i propisa u svojoj nadležnosti te poduzeti mjere opreza u pogledu sigurnosti leta i poštivati privatnost drugih. Tako se postavljena hipoteza pokazala točnom s obzirom da je leglanim putem i pridržavajući se svih zakonskih regulativa, sasvim nemoguće snimiti video sadržaj ukoliko nemate vlastitu prijavljenu djelatnost.

U budućnosti se očekuje da će se tehnologija snimanja iz zraka nastaviti razvijati, donoseći nove prilike i izazove. Kao takva, fotografija dronom ostaje važan i inspirativan oblik umjetničkog izražavanja, koji nas potiče da vidimo svijet iz novih perspektiva i zauvijek mijenja način na koji doživljavamo našu okolinu.



## 5. LITERATURA

1. <https://hrcak.srce.hr/file/377141>
2. [file:///D:/Downloads/josip\\_martinovic.\\_zavrsni\\_rad.pdf](file:///D:/Downloads/josip_martinovic._zavrsni_rad.pdf)
3. <https://zir.nsk.hr/en/islandora/object/fpz%3A1773/datastream/PDF/view>
4. <https://bit.ly/44Nzi1Y>
5. <https://fusion.engineering/flight-controllers-explained-for-everyone/>
6. <https://cfdflowengineering.com/working-principle-and-components-of-drone/>
7. <https://www.ccaa.eu/>
8. <https://www.crocontrol.eu/>
9. <https://dgu.gov.eu/>
10. <https://www.techopedia.com/definition/7297/frames-per-second-fps>