

# Upotreba dronova u multimedijskoj produkciji

---

Končan, Luka

Master's thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:089218>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-30**

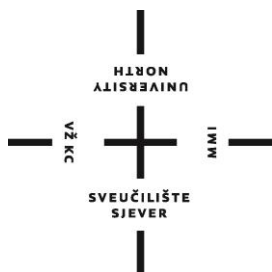


Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)



**SVEUČILIŠTE SJEVER  
SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN**



DIPLOMSKI RAD br.

**UPOTREBA DRONOVA U  
MULTIMEDIJSKOJ PRODUKCIJI**

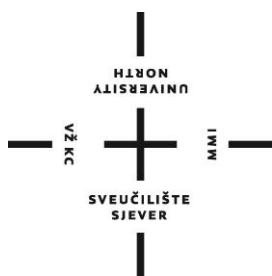
Luka Končan 0336033955

Varaždin, rujan 2024.



**SVEUČILIŠTE SJEVER**  
**SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN**

**Studij Multimedije**



DIPLOMSKI RAD br.

**UPOTREBA DRONOVA U  
MULTIMEDIJSKOJ PRODUKCIJI**

Student:

Luka Končan  
0336033955

Mentor:

Robert Geček  
izv.prof.art.dr.sc.

Varaždin, rujan 2024.

# Prijava diplomskog rada

## Definiranje teme diplomskog rada i povjerenstva

ODIEL Multimedija

STUDI Sveučilišni diplomski studij Multimedija

PRISTUPNIK Luka Končan

MATIČNI BROJ 0336033955

DATUM 08.09.2024.

KOLEGIJ Projektni studio 2

NASLOV RADA Upotreba dronova u multimedijskoj produkciji

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU The Use of Drones in Multimedia Production

MENTOR Robert Geček

ZVANJE izv.prof.art.dr.sc.

ČLANOVI POVJERENSTVA

- doc. dr. sc. Andrija Bemik - predsjednik
- izv. prof. dr. sc. Emil Dumić - član
- izv. prof. art. dr. sc. Robert Geček - mentor
- doc. art. dr. sc. Mario Periša - zamjenski član
- 

## Zadatak diplomskog rada

BROJ 150-MMD-2024

OPIS

U ovom radu će biti analizirana i ispitana upotreba dronova u multimedijskoj produkciji, s naglaskom na tehnološke specifikacije, kreativne mogućnosti i izazove koje donosi njihova primjena. Dronovi su postali nezamjenjiv alat u modernoj multimedijskoj produkciji, omogućujući nove perspektive i kreativne izraze u filmovima, televizijskim prijenosima, reklamnim kampanjama i fotografiji. Njihova sve veća dostupnost i tehnološki napredak doveli su do širenja njihove primjene u industriji. U ovom radu će se detaljno razmotriti tehnološki aspekti dronova, uključujući vrste dronova, njihove ključne komponente i funkcionalnosti koje ih čine prikladnima za različite produkcijske zadatke. Također, bit će obrađeni pravni i etički aspekti korištenja dronova, koji su važni u kontekstu sve strožih regulacija i potreba za sigurnom primjenom u urbanim sredinama. Kroz rad će biti prikazani primjeri primjene dronova u filmskoj i televizijskoj produkciji, kao i u reklamama i marketinškim kampanjama, s posebnim naglaskom na prednosti koje dronovi donose u smislu kreativnosti i tehničke učinkovitosti. Istražit će se na koji način dronovi omogućuju snimanje složenih i tehnički zahtjevnih scena, uz smanjenje troškova produkcije i povećanje dostupnosti snimanja u inače nepristupačnim područjima.

ZADATAK URUČEN 09.09.2024.

POTPIS MENTORA



*[Handwritten signature]*

HRANOM  
AJZIBRAINO

Sveučilište  
Sjever



SVEUČILIŠTE  
SJEVER

**IZJAVA O AUTORSTVU  
I  
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU**

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, Luka Končan (*ime i prezime*) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (*obrisati nepotrebno*) rada pod naslovom UPOTREBA DRONOVA U MULTIMEDIJSKOJ PRODUKCIJI (*upisati naslov*) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:  
(*upisati ime i prezime*)

  
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, Luka Končan (*ime i prezime*) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (*obrisati nepotrebno*) rada pod naslovom UPOTREBA DRONOVA U MULTIMEDIJSKOJ PRODUKCIJI (*upisati naslov*) čiji sam autor/ica.

Student/ica:  
(*upisati ime i prezime*)

  
(vlastoručni potpis)

## **Predgovor**

Tema ovog rada odabrana je zbog sve veće dostupnosti dronova i njihove sve učestalije primjene u multimedijskoj produkciji, kao i zbog rapidnog tehnološkog napretka u ovoj industriji. Dronovi su omogućili inovativne pristupe snimanju i dokumentiranju, proširujući kreativne horizonte u sferi vizualnih umjetnosti. Njihova pristupačnost i napredak u tehničkim mogućnostima, poput visoke rezolucije snimanja i stabilizacije slike, čine ih nezaobilaznim alatom u produkciji video materijala, bilo da se radi o filmovima, reklamama, dokumentarcima ili glazbenim spotovima. Kroz vlastito iskustvo rada na multimedijским projektima, prepoznao sam potrebu za dubljim istraživanjem utjecaja dronova na cjelokupni proces produkcije, od snimanja vizualnih materijala do post produkcije i konačne prezentacije.

Ovaj rad ima za cilj analizirati na koji način dronovi doprinose multimedijškoj produkciji te kako njihov tehnološki napredak oblikuje budućnost ove industrije.

Ovim putem želim izraziti zahvalnost svojoj obitelji na stalnoj podršci i razumijevanju tijekom mog obrazovanja, kao i mentoru i svim profesorima koji su me vodili svojim znanjem i stručnošću.

## Sažetak

U proteklih nekoliko godina, dronovi su se afirmirali kao neizostavan alat u svijetu multimedijske produkcije, omogućujući stvaranje vizualnih sadržaja na način koji je do tada bio nezamisliv. Dronovi su donijeli revoluciju u snimanje iz zraka, otvarajući nove perspektive i omogućavajući pristup kadrovima koji su ranije bili dostupni isključivo produkcijama s velikim budžetima. Ova tehnologija omogućuje stvaranje visokokvalitetnih video materijala i fotografija uz relativno niske troškove, čineći je dostupnom kako profesionalcima, tako i amaterima.

Međutim, uz ove nevjerojatne mogućnosti, upotreba dronova u multimedijskoj produkciji nosi sa sobom i niz izazova. Tehnička ograničenja, kao što su trajanje baterije i stabilnost u nepovoljnim vremenskim uvjetima, predstavljaju značajne prepreke. Dodatno, pravni okvir i regulativa vezana uz upotrebu dronova variraju od zemlje do zemlje, što zahtijeva pažljivo planiranje i pridržavanje lokalnih zakona. Sigurnost je također ključni aspekt, jer nepravilna upotreba dronova može dovesti do ozbiljnih incidenata, ugrožavajući ljude i imovinu.

Ovaj rad nastoji pružiti sveobuhvatan pregled upotrebe dronova u multimedijskoj produkciji, analizirajući njihove prednosti i nedostatke te istražujući kako se ova tehnologija može najbolje iskoristiti u različitim segmentima industrije. Cilj je identificirati ključne aspekte upotrebe dronova u multimedijskoj produkciji te ponuditi smjernice za njihovu optimalnu primjenu u budućnosti. Također, rad istražuje potencijalne smjerove razvoja ove tehnologije i njen utjecaj na budućnost medijske industrije.

Ključne riječi

dronovi, multimedijaska produkcija, snimanje iz zraka, tehnologija, video produkcija, fotografija, sigurnost, regulativa, inovacije, kreativnost



## **Abstract**

In recent years, drones have established themselves as an indispensable tool in the world of multimedia production, enabling the creation of visual content in ways that were previously unimaginable. Drones have revolutionized aerial filming, opening up new perspectives and providing access to shots that were once available only to high-budget productions. This technology allows for the creation of high-quality video materials and photographs at relatively low costs, making it accessible to both professionals and amateurs alike.

However, alongside these incredible opportunities, the use of drones in multimedia production comes with a range of challenges. Technical limitations, such as battery life and stability in adverse weather conditions, pose significant obstacles. Additionally, the legal framework and regulations concerning drone use vary from country to country, necessitating careful planning and adherence to local laws. Safety is also a critical aspect, as improper use of drones can lead to serious incidents, endangering people and property.

This thesis aims to provide a comprehensive overview of the use of drones in multimedia production, analyzing their advantages and disadvantages, and exploring how this technology can be best utilized across various industry segments. The goal of this thesis is to identify the key aspects of drone usage in multimedia production and offer guidelines for their optimal application in the future. The thesis also explores potential developments in this technology and its impact on the future of the media industry.

Keywords (Engleski)

drones, multimedia production, aerial filming, technology, video production, photography, safety, regulation, innovation, creativity

## **Popis korištenih kratica**

<b>UAVs</b>	Unmanned Aerial Vehicles
<b>AI</b>	Artificial Intelligence
<b>FPV</b>	First-Person View
<b>VR</b>	Virtual Reality
<b>AR</b>	Augmented Reality
<b>LiDAR</b>	Light Detection and Ranging
<b>HDR</b>	High Dynamic Range
<b>GPS</b>	Global Positioning System
<b>GLONASS</b>	Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema
<b>FAA</b>	Federal Aviation Administration
<b>GDPR</b>	General Data Protection Regulation

# Sadržaj

<b>1. Uvod .....</b>	<b>13</b>
<b>2. Tehnologija dronova .....</b>	<b>15</b>
2.2. Vrste dronova .....	16
Multitrotori .....	16
FPV.....	17
Fiksnokrilni dronovi.....	18
Hibridni dronovi .....	19
2.3. Ključne komponente i funkcionalnosti dronova .....	21
Kamera.....	21
Gimbal .....	22
Navigacijski sustavi .....	23
Baterije.....	24
Motori i propeleri .....	24
2.4. Pravni aspekti i regulativa upotrebe dronova .....	25
Visina leta i zone .....	26
Registracija .....	26
Licenciranje operatera.....	27
Sigurnosni propisi .....	27
<b>3. Dronovi u multimedijskoj produkciji .....</b>	<b>29</b>
Tehnike snimanja iz zraka prije dronova.....	29
Prednosti dronova u zračnom snimanju .....	29
Snimanje video materijala .....	30
Fotografija iz zraka .....	31
Dronovi u filmskoj produkciji .....	34
Dronovi u televizijskoj produkciji i prijenosima uživo.....	35
Primjena dronova u reklamama i marketinškim kampanjama .....	36
<b>4. Prednosti i izazovi upotrebe dronova u multimedijskoj produkciji .....</b>	<b>39</b>
4.1. Tehničke prednosti.....	39
4.2. Kreativne prednosti .....	41
4.3. Tehnički izazovi i ograničenja .....	43
4.4. Sigurnosni i etički izazovi .....	45
<b>5. Korištenje drona DJI Mini 3 u produkciji kratkog filma .....</b>	<b>48</b>
Odabir opreme: DJI Mini 3 .....	48
Konceptualizacija ideje .....	48
Predprodukcija .....	49
Produkcija .....	51
Snimateljske tehnike s dronom .....	52

<i>Postprodukcija</i> .....	53
<i>BREAK/BRAKE – SHORT FILM</i> .....	54
<b>6. Utjecaj dronova na budućnost multimedijske produkcije .....</b>	<b>55</b>
6.1. <i>Trendovi i inovacije</i> .....	55
6.2. <i>Razvoj novih formata i tehnologija</i> .....	56
6.3. <i>Predviđanja za budućnost</i> .....	57
<b>7. Zaključak .....</b>	<b>59</b>
<b>8. Literatura .....</b>	<b>60</b>
<b>8. Popis slika.....</b>	<b>62</b>
<b>9. Izvori slika .....</b>	<b>63</b>



## 1. Uvod

U posljednjih nekoliko godina, tehnologija dronova postala je jedan od najdinamičnijih i najutjecajnijih alata u različitim industrijama, s posebnim naglaskom na multimedijску produkciju. Dronovi, ili bespilotne letjelice (UAVs - Unmanned Aerial Vehicles), donijeli su revoluciju na način kako se stvaraju, snimaju i prezentiraju vizualni sadržaji. Njihova sposobnost da snimaju iz zraka, pružajući dosad neviđene perspektive, značajno je proširila mogućnosti kreativnog izražavanja u filmskoj, televizijskoj i marketinškoj industriji. Ova tehnologija, koja je u početku bila rezervirana za vojnu upotrebu, sada je postala široko dostupna i koristi se kako od strane velikih produkcijskih kuća tako i od strane individualnih kreatora sadržaja, čime je otvorena nova era u vizualnoj umjetnosti [1].

Jedan od ključnih faktora koji je doprinio popularnosti dronova u multimedijškoj produkciji je stalni tehnološki napredak. Moderni dronovi opremljeni su naprednim kamerama visoke rezolucije, stabilizacijskim sustavima poput gimnala, te naprednim navigacijskim i senzorskim tehnologijama koje omogućuju precizno snimanje čak i u najzahtjevnijim uvjetima. Zahvaljujući tim tehnološkim inovacijama, dronovi omogućuju stvaranje vizualnih sadržaja koji su tehnički sofisticirani i estetski privlačni. Ovo ih čini neizostavnim alatom u produkciji filmova, televizijskih emisija, dokumentaraca, reklama i drugih oblika vizualnog izražavanja [2].

Međutim, uz ove tehničke prednosti, upotreba dronova donosi i niz izazova koji zahtijevaju pažljivo razmatranje. Jedan od glavnih tehničkih izazova s kojima se suočavaju korisnici dronova je ograničeno trajanje baterije, koje često ograničava vrijeme leta i zahtijeva učinkovito planiranje i upravljanje resursima. Stabilnost dronova tijekom leta, posebno u uvjetima jakog vjetera ili u složenim urbanim sredinama, također predstavlja značajan izazov koji može utjecati na kvalitetu snimljenog materijala. Nadalje, kvaliteta snimanja, iako u stalnom napretku, još uvijek može biti ograničena ovisno o modelu drona i uvjetima snimanja [3].

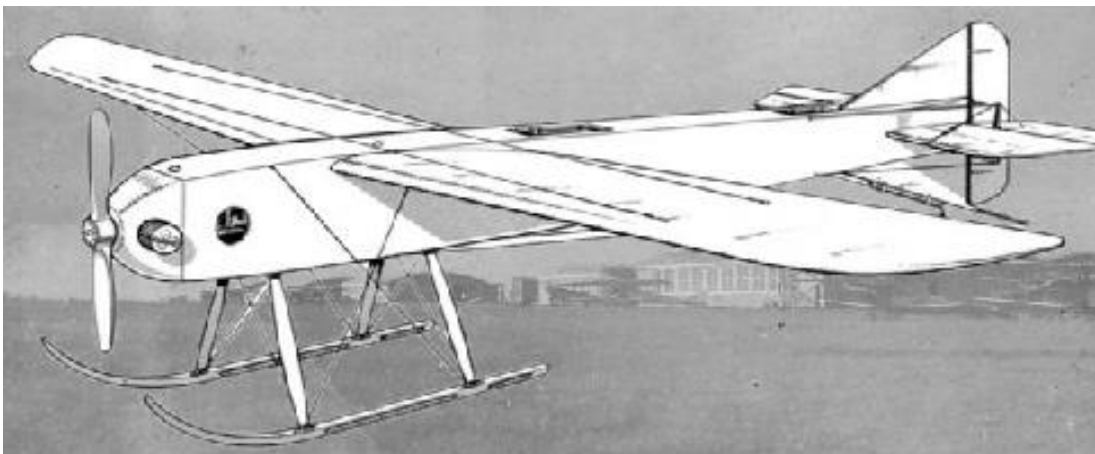
Osim tehničkih aspekata, upotreba dronova u multimedijskoj produkciji otvara i niz pravnih i etičkih pitanja. Regulacija upotrebe dronova varira od zemlje do zemlje, a u nekim slučajevima i unutar samih zemalja, što operaterima predstavlja izazov u pridržavanju lokalnih zakona i propisa. Sigurnosni aspekti također postaju sve važniji, osobito u kontekstu urbanih područja gdje postoji veći rizik od nesreća i povreda. Pitanja privatnosti također su u fokusu, budući da dronovi mogu neprimjetno snimati prostore i ljude, čime se otvara pitanje zloupotrebe i narušavanja privatnosti [4].

Ovaj rad ima cilj detaljno istražiti sve aspekte upotrebe dronova u multimedijskoj produkciji, uključujući tehnološke inovacije, praktične izazove, pravne i etičke aspekte, te buduće smjerove razvoja ove tehnologije. Analizirat ćemo kako su dronovi transformirali način na koji se snimaju i prikazuju vizualni sadržaji, te kakav utjecaj imaju na budućnost multimedijske produkcije. Ova analiza pružit će sveobuhvatan pregled trenutnog stanja tehnologije dronova, identificirati ključne trendove i inovacije, te ponuditi smjernice za daljnji razvoj i upotrebu dronova u ovoj brzo rastućoj industriji [5].

## 2. Tehnologija dronova

Tehnologija dronova posljednjih godina postala je nezaobilazan dio modernih industrija, transformirajući način na koji se obavljaju razni zadaci. Od svojih skromnih početaka, kada su dronovi prvenstveno korišteni u vojnim operacijama i specijaliziranim zadacima, do danas, kada su postali široko dostupni alat u različitim profesionalnim sektorima, dronovi su prošli značajnu evoluciju. Razumijevanje ove tehnologije, njezine evolucije, različitih vrsta dronova, ključnih komponenti i pravnih aspekata ključno je za učinkovito i sigurno korištenje ove tehnologije u modernom kontekstu [1].

Dronovi su započeli svoj razvoj kao vojni projekti početkom 20. stoljeća, dizajnirani za obavljanje opasnih misija bez rizika za ljudske živote. Prve bespilotne letjelice bile su relativno jednostavne, s ograničenim dometom i sposobnostima, ali s vremenom su se razvile u sofisticirane uređaje sposobne za složene zadatke, uključujući izviđanje, prikupljanje podataka i druge vojne zadaće. Kako je tehnologija napredovala, dronovi su proširili svoju primjenu izvan vojnog okruženja, te su postali važan alat u civilnim sektorima kao što su geodezija, poljoprivreda, sigurnost i druge industrije [2].



Slika 1- Povijesna vojna bespilotna letjelica iz 20. stoljeća

Jedan od ključnih faktora koji je omogućio ovu ekspanziju je razvoj minijaturizacije elektroničkih komponenti, zajedno s naprednim algoritmima za stabilizaciju leta i kontrolu. Današnji dronovi dolaze u različitim oblicima i veličinama, prilagođeni specifičnim potrebama korisnika. Postoje male,



kompaktne letjelice koje su jednostavne za upotrebu i idealne za amatere, kao i veliki, složeni sustavi opremljeni naprednim sensorima i kamerama visoke rezolucije, namijenjeni profesionalcima. Ova raznolikost omogućuje široku primjenu dronova u različitim industrijama [3].

Razvoj tehnologija poput GPS-a, kamera visoke rezolucije i baterija visokih kapaciteta omogućio je dronovima da postanu svestrani alati. Ova tehnologija neprestano se razvija, donoseći nove mogućnosti, ali i izazove. Kroz daljnji napredak u tehnologiji, uključujući razvoj umjetne inteligencije, autonomnih sustava i naprednih senzora, očekuje se da će dronovi postati još važniji alat u različitim industrijama, omogućujući napredna rješenja. Međutim, s tim razvojem dolazi i potreba za stalnim obrazovanjem i prilagodbom korisnika kako bi se iskoristio puni potencijal ove tehnologije, uz istovremeno poštivanje pravila i normi koje osiguravaju sigurnu i odgovornu upotrebu dronova [7].

## **2.2. Vrste dronova**

Dronovi se mogu podijeliti u različite kategorije na temelju njihove konstrukcije, svrhe i tehničkih karakteristika. Najčešće se koriste multirotori, fiksnokrilni dronovi i hibridni dronovi. Svaka od ovih vrsta dronova ima svoje specifične prednosti i primjene, a izbor odgovarajućeg drona ovisi o potrebama produkcije, terenu snimanja i željenom vizualnom efektu. U ovom dijelu, fokusirat ćemo se na najmoćnije brendove i modele dronova koji su postali standard u industriji, ilustrirajući njihove ključne značajke i mogućnosti.

### **Multirotori**

Multirotori su najčešće korišteni dronovi zbog svoje stabilnosti i sposobnosti lebdenja na mjestu.



**Slika 2 - DJI Phantom 4 Pro**

Quadcopteri su najpopularniji među multirotorima, a brendovi poput **DJI** dominiraju tržištem. DJI Phantom serija, primjerice, postala je sinonim za kvalitetne zračne snimke zahvaljujući jednostavnom upravljanju, stabilnosti u letu i ugrađenim kamerama visoke rezolucije. Modeli kao što su DJI Phantom 4 Pro i DJI Mavic 2 Pro nude 4K video snimanje, napredne senzore za izbjegavanje prepreka i integrirane gimbal sustave, što ih čini idealnim za filmske i televizijske produkcije [3][4].

Osim DJI-a, Autel Robotics sa svojim EVO II serijom također pruža impresivne performanse, s mogućnostima snimanja u 6K i 8K rezolucijama, čime dodatno povećava kvalitetu snimljenog materijala. Multirotori, kao što su ovi modeli, popularni su zbog svoje sposobnosti da pruže visokokvalitetne snimke s minimalnim tehničkim zahtjevima, omogućujući operaterima jednostavno upravljanje dronovima čak i u složenim uvjetima snimanja [5].

## **FPV**

FPV (First-Person View) dronovi predstavljaju sve popularniju kategoriju u profesionalnoj produkciji zbog svoje sposobnosti da operateru pruže iskustvo leta iz perspektive "prve osobe". Koristeći posebne naočale ili monitore, operateri mogu izravno vidjeti prikaz kamere na dronu, što omogućava visoku preciznost u upravljanju i stvaranju dinamičnih kadrova. [9][12].

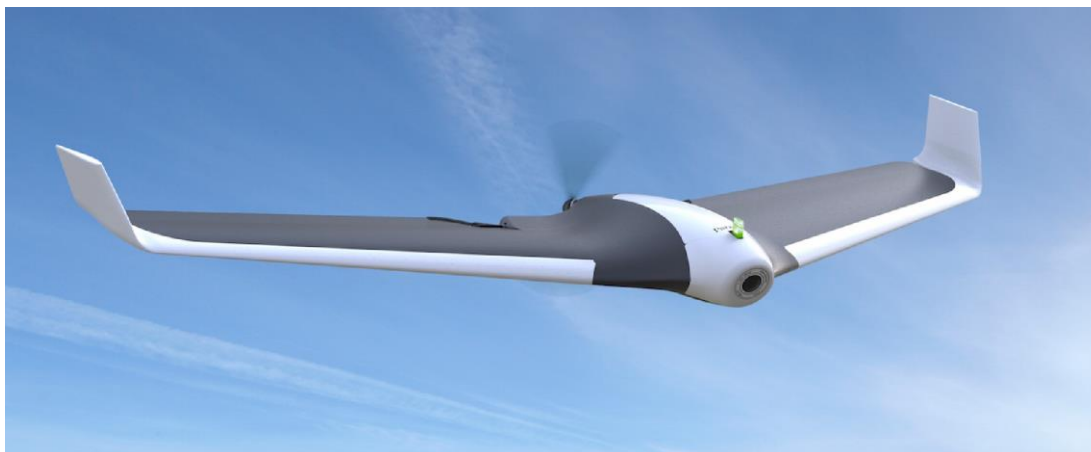
FPV dronovi razlikuju se od tradicionalnih multirotora po tome što su optimizirani za brzinu i agilnost, često pružajući mogućnost snimanja vrlo brze akcije uz minimalnu latenciju. To ih čini idealnima za snimanje utrka, sportskih događaja, ekstremnih sportova, ali i za filmove i reklame gdje je potrebna inovativna perspektiva[10]. Napredak u tehnologiji kamera i prijenosu podataka omogućuje da FPV dronovi pružaju video zapise u visokoj rezoluciji, uz zadržavanje stabilnosti i preciznosti pri visokim brzinama[11].

Jedan od najčešće korištenih dronova u ovoj kategoriji je DJI FPV, koji kombinira brzinu, stabilnost i impresivne mogućnosti snimanja u 4K rezoluciji s brzinom do 140 km/h [9].

Osim komercijalne primjene, FPV dronovi našli su primjenu i u industriji utrka dronova, gdje brzina i vještina upravljanja dolaze do izražaja[12]. Ovaj aspekt utrka dronova popularizirao je FPV tehnologiju, ne samo u zabavi, već i u tehnološkom razvoju. Upravo zbog svoje jedinstvene sposobnosti snimanja adrenalinskih i dinamičnih scena, FPV dronovi postaju ključni alat u kreativnoj industriji, pružajući inovativne vizualne sadržaje koji su prethodno bili teško izvedivi[11][10].

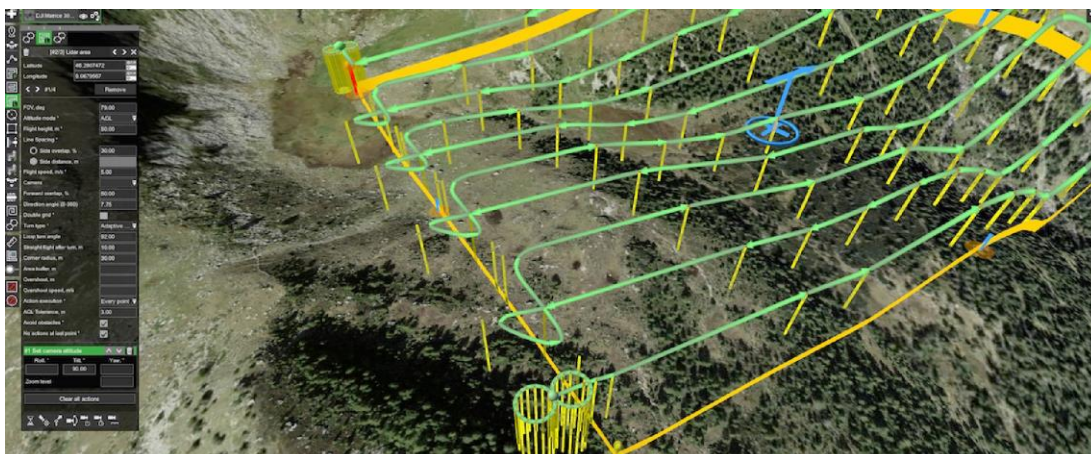
### **Fiksnokrilni dronovi**

Fiksnokrilni dronovi, koji lete poput aviona, koriste se za snimanje velikih površina i imaju prednost u trajanju leta i učinkovitosti pokrivanja velikih područja. Ovi dronovi, poput Parrot Disco ili SenseFly eBee X, mogu letjeti satima, što ih čini idealnim za projekte koji zahtijevaju dugotrajno i kontinuirano snimanje, kao što su dokumentarci, sportski događaji ili snimanja u prirodi. Iako nemaju sposobnost lebdenja, njihova aerodinamična konstrukcija omogućava im dulje trajanje leta i pokrivanje većih površina s manjim troškovima energije [6][7].



Slika 3 - Parrot Disco

Parrot Disco, na primjer, pruža impresivnu autonomiju leta do 45 minuta i može pokriti velike udaljenosti zahvaljujući svojoj laganoj konstrukciji i snažnim baterijama. Ovi dronovi su posebno pogodni za snimanje pejzaža, poljoprivrednih površina ili bilo koje druge aplikacije gdje je potrebno snimiti velike površine iz zraka u visokoj rezoluciji [8].



Slika 4 - Prikaz nadzora usjeva

## Hibridni dronovi

Hibridni dronovi kombiniraju prednosti multirotora i fiksno krilnih dronova, pružajući jedinstvenu fleksibilnost i učinkovitost u različitim uvjetima snimanja. Ovi dronovi mogu vertikalno uzlijetati i slijetati poput multirotora, ali također mogu letjeti na velike udaljenosti kao fiksno krilni dronovi. Quantum Systems Trinity F90+ je primjer hibridnog drona koji se ističe u ovoj kategoriji. Ovaj dron može preći velike udaljenosti s učinkovitom potrošnjom energije, a

u isto vrijeme pruža stabilnost pri polijetanju i slijetanju u ograničenim prostorima [9].



**Slika 5 - Quantum Systems Trinity F90+**

Hibridni dronovi su posebno korisni u situacijama gdje je potrebno snimiti različite vrste kadrova u jednom letu. Na primjer, tijekom snimanja dokumentarnih filmova o divljini, hibridni dron može letjeti iznad širokih otvorenih prostora poput fiksnokrilnog drona, a zatim se spustiti na niže visine i pružiti detaljne snimke izbliza koristeći sposobnosti multirotora. Ova svestranost čini hibridne dronove nezamjenjivim alatom u projektima koji zahtijevaju raznolikost kadrova i prilagodljivost različitim uvjetima snimanja [10].

Zaključno, različite vrste dronova nude različite prednosti ovisno o specifičnim potrebama produkcije. Multirotori su izvrsni za precizne, stabilne snimke iz zraka, fiksnokrilni dronovi pružaju izvanrednu učinkovitost i dugotrajnost leta za snimanje velikih područja, dok hibridni dronovi nude najbolje od oba svijeta, omogućujući svestranu upotrebu u različitim produkcijskim scenarijima. Korištenje ovih dronova, u kombinaciji s najnovijim tehnološkim dostignućima, omogućuje producentima i redateljima da kreiraju vizualno impresivne i tehnički sofisticirane sadržaje [11].

## 2.3. Ključne komponente i funkcionalnosti dronova

Dronovi su složeni sustavi sastavljeni od više ključnih komponenti koje omogućuju njihovu funkcionalnost i sposobnost snimanja visokokvalitetnih vizualnih sadržaja. Svaka komponenta ima specifičnu ulogu koja je ključna za performanse drona, a vodeći brendovi poput **DJI**, **Autel Robotics**, i **Parrot** postavili su standarde u industriji kroz inovacije i kvalitetu svojih proizvoda.

### Kamera

Kamera je centralna komponenta drona jer kvaliteta snimljenog materijala ovisi o njenim specifikacijama. Moderne kamere na dronovima omogućuju snimanje u visokim rezolucijama, poput 4K ili čak 8K, s naprednim opcijama kao što su slow motion, HDR, i širokokutni objektiv. Na primjer, DJI Inspire 2 opremljen je kamerom Zenmuse X7, koja nudi 6K CinemaDNG RAW i 5.2K Apple ProRes snimanje, što ga čini jednim od najmoćnijih alata za profesionalne filmske produkcije [3][4].



Slika 6 - Zenmuse X7

S druge strane, Autel EVO II serija nudi opciju 8K snimanja, što dodatno povećava fleksibilnost i kvalitetu vizualnog sadržaja koji se može proizvesti [7]. Ove kamere dolaze s naprednim senzorima i postavkama koje

omogućuju snimanje u različitim svjetlosnim uvjetima, što je ključno za produkciju u vanjskim okruženjima. Također, kamere na dronovima često imaju mogućnost snimanja u formatu RAW, što omogućuje veću fleksibilnost u postprodukciji, posebno kada je potrebno korigirati boje ili detalje u snimljenom materijalu [5].

## **Gimbal**

Gimbal je stabilizacijski sustav koji drži kameru stabilnom tijekom leta drona. Ovaj sustav omogućava snimanje stabilnih videozapisa bez obzira na kretanje drona, čime se minimiziraju vibracije i osigurava da su snimke izuzetno glatke. **DJI** je lider u ovoj tehnologiji sa svojim troosnim gimbalom koji je integriran u mnoge njihove modele, uključujući DJI Mavic 3 i DJI Phantom 4 Pro. Ovi gimballi omogućuju snimanje u svim smjerovima bez gubitka stabilnosti, što je ključno za dinamična snimanja u filmskoj produkciji [7][9].



**Slika 7 - DJI Mavic 3**

Osim DJI-a, Zhiyun i Freefly Systems su također poznati po svojim naprednim gimbalima koji se koriste u profesionalnim produkcijama. Freefly Movi gimbal, na primjer, omogućuje ekstremno stabilne snimke čak i pri velikim brzinama, što ga čini idealnim za akcijske scene i složene kinematografske kadrove [6].



Slika 8 - Freefly Movi gimbal

### **Navigacijski sustavi**

Navigacijski sustavi, uključujući GPS i GLONASS, omogućuju dronovima precizno pozicioniranje i navigaciju, što je ključno za planiranje leta i automatske povratke na početnu točku. DJI koristi svoj napredni sustav FlightAutonomy koji uključuje 360-stupanjsko otkrivanje prepreka i napredne algoritme za autonomno praćenje objekata. Ova tehnologija omogućuje dronovima da automatski slijede određene objekte, izbjegavaju prepreke i održavaju stabilan let čak i u složenim uvjetima [5]. Autel Robotics također je razvio napredne navigacijske sustave u svojim EVO modelima, omogućujući precizno praćenje i snimanje pokretnih objekata s minimalnim rizikom od sudara. Ovi sustavi su ključni za osiguravanje sigurnosti tijekom snimanja i povećanje učinkovitosti upravljanja dronovima u složenim okruženjima [7].





Slika 9 - Grafički prikaz drona kako izbjegava prepreke uz pomoć senzora

## Baterije

Trajanje leta drona uvelike ovisi o kvaliteti baterije. Litij-polimerne (LiPo) baterije koje se najčešće koriste omogućuju relativno kratko vrijeme leta, obično između 20 i 30 minuta, što je jedan od glavnih izazova u duljim snimanjima. DJI je u svojim modelima uveo baterije s povećanim kapacitetom, omogućujući do 34 minute leta, što je među najdužima u klasi multitrotora [9].

Osim DJI-a, Autel Robotics u svojim EVO II dronovima nudi baterije koje omogućuju do 40 minuta leta, čime se dodatno smanjuje potreba za čestim zamjenama baterija tijekom snimanja. Istraživanja i razvoj u ovom području usmjereni su na produženje trajanja leta kroz nove tehnologije baterija, uključujući istraživanje alternativnih materijala i poboljšanje učinkovitosti energetske potrošnje [10].

## Motori i propeleri

Motori i propeleri omogućuju dronu da uzlijeće, lebdi i manevrira u zraku. Kvaliteta motora i propelera direktno utječe na performanse drona, uključujući stabilnost, brzinu i mogućnost preciznog manevriranja. **DJI** koristi napredne bezkontaktne motore u svojim modelima kao što su DJI Inspire 2,

što omogućuje visok stupanj kontrole i stabilnosti, čak i pri velikim brzinama i u vjetrovitim uvjetima [3].



**Slika 10 - DJI Inspire 2**

Propeleri su također optimizirani za smanjenje buke i povećanje učinkovitosti leta. DJI Mavic 2 serija, na primjer, koristi niskošumne propelere koji ne samo da produžuju vrijeme leta već i omogućuju tiše operacije, što je posebno korisno u urbanim sredinama ili pri snimanju događanja gdje je potrebno smanjiti ometanje [6].

Zaključno, ključne komponente dronova poput kamera, gimbala, navigacijskih sustava, baterija, motora i propelera igraju vitalnu ulogu u osiguravanju visokokvalitetnih snimaka i stabilnog rada dronova u multimedijskoj produkciji. Razumijevanje ovih komponenti i odabir pravih tehnologija ključan je za postizanje profesionalnih rezultata i maksimiziranje učinkovitosti u produkciji [11].

## **2.4. Pravni aspekti i regulativa upotrebe dronova**

Pravni okvir koji regulira upotrebu dronova varira od zemlje do zemlje, no postoje određeni univerzalni principi koji su uspostavljeni kako bi se osigurala sigurnost u zračnom prostoru i zaštita privatnosti. Kako tehnologija dronova napreduje i njihova primjena postaje sve raširenija, regulative postaju ključni aspekt osiguranja odgovorne upotrebe ove tehnologije.

## **Visina leta i zone**

Jedan od osnovnih elemenata regulative upotrebe dronova u većini zemalja odnosi se na visinu leta i ograničenja u određenim zonama. U većini zemalja, uključujući Hrvatsku, dronovima je dozvoljeno letjeti do visine od 120 metara (400 stopa) iznad razine tla kako bi se izbjegli sukobi sa zračnim prometom [5]. Ova visinska granica usklađena je s međunarodnim standardima i primjenjuje se kako bi se smanjio rizik od sudara s letjelicama u komercijalnom i civilnom zračnom prometu.

Uz visinska ograničenja, postoje stroga pravila koja reguliraju letove u blizini osjetljivih područja poput zračnih luka, vojnih objekata, te drugih infrastrukturnih objekata od kritične važnosti. U Hrvatskoj, letenje u blizini zračnih luka i vojnog prostora strogo je regulirano, te zahtijeva posebne dozvole od nadležnih tijela kao što je Hrvatska agencija za civilno zrakoplovstvo (HACZ). Ova pravila osiguravaju da operateri dronova ne ometaju zračni promet ili ugroze sigurnost kritične infrastrukture [6].

S druge strane, u nekim dijelovima svijeta, poput određenih afričkih i južnoameričkih zemalja, regulative su minimalne ili potpuno nepostojeće. U takvim područjima dronovi mogu letjeti bez ograničenja, što često dovodi do potencijalnih sigurnosnih i privatnosnih rizika zbog nedostatka kontrole i praćenja njihove upotrebe.

## **Registracija**

Registracija dronova postala je standardna praksa u mnogim zemljama kako bi se osiguralo praćenje i reguliranje njihove upotrebe. U Hrvatskoj, svi dronovi težine iznad 250 grama moraju biti registrirani kod Hrvatske agencije za civilno zrakoplovstvo. Proces registracije uključuje pružanje osnovnih informacija o dronu i njegovom operateru, a u nekim slučajevima zahtijeva i dodatno osiguranje [7]. Registracija omogućuje vlastima praćenje upotrebe dronova, posebno u urbanim područjima gdje njihova upotreba može predstavljati veći sigurnosni rizik.

U nekim zemljama, kao što su Sjedinjene Američke Države, sustav registracije je vrlo strog i uključuje dodatne korake poput izdavanja jedinstvenih identifikacijskih brojeva za svaki dron. Ovaj sustav omogućuje precizno praćenje svakog pojedinog drona i povezanih operatera, što je ključno za osiguranje sigurnosti i odgovornosti u upotrebi dronova [8]. Nasuprot tome, u zemljama s minimalnim regulativama, registracija često nije potrebna, što može dovesti do problema u identificiranju operatera u slučaju nesreća ili incidenata.

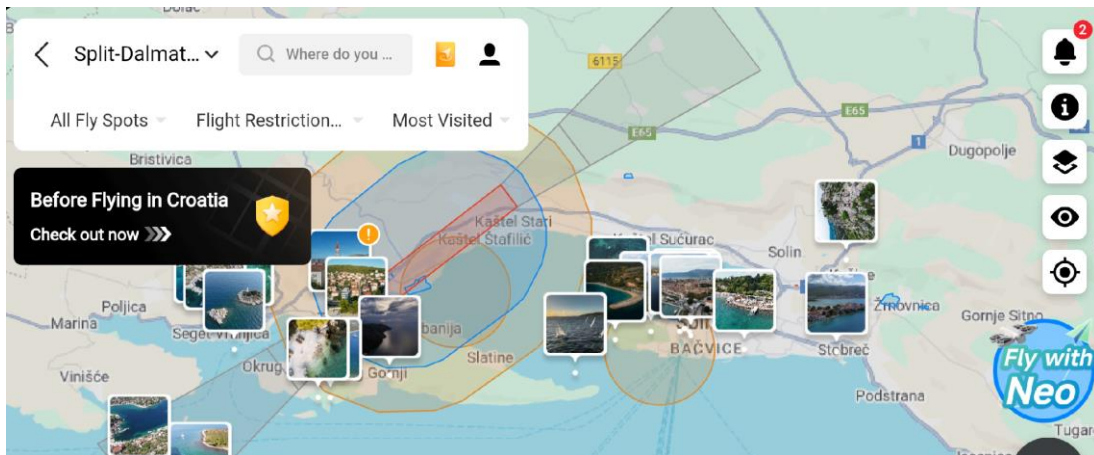
### **Licenciranje operatera**

Licenciranje operatera je često obavezno za one koji koriste dronove u komercijalne svrhe. U Hrvatskoj, operateri dronova moraju proći obuku i položiti ispit kako bi dobili licencu za upravljanje dronovima u komercijalne svrhe. Ovaj ispit pokriva pravila zračnog prostora, sigurnosne protokole i osnovne vještine upravljanja dronom. Licencirani operateri moraju biti upoznati sa svim relevantnim zakonskim okvirima i sigurnosnim protokolima kako bi osigurali sigurno i odgovorno korištenje dronova [8].

U nekim europskim zemljama, poput Njemačke i Ujedinjenog Kraljevstva, regulative su još strože, te uključuju periodične obuke i certifikacije kako bi se osiguralo da operateri ostaju ažurirani s najnovijim sigurnosnim praksama i tehnologijama [15]. U suprotnosti s tim, u zemljama gdje pravila gotovo ne postoje, operateri mogu upravljati dronovima bez ikakve službene obuke ili licenciranja, što povećava rizik od nezgoda i neodgovorne upotrebe [16].

### **Sigurnosni propisi**

Sigurnost je ključni aspekt regulative, pa većina zemalja postavlja stroge sigurnosne zahtjeve kako bi se spriječile nesreće i osigurala zaštita ljudi i imovine. U Hrvatskoj, sigurnosni propisi uključuju pravila o minimalnoj udaljenosti od ljudi, zabrani letenja iznad gužvi, te noćnom letenju bez odgovarajuće opreme. Ova pravila osmišljena su kako bi se minimalizirao rizik od ozljeda ili štete na imovini [3].



**Slika 11 - Prikaz mape zabranjenih zona letenja**

Dodatno, sigurnosni protokoli obuhvaćaju obavezno održavanje dronova i periodične provjere kako bi se osigurala njihova tehnička ispravnost. U nekim zemljama, kao što su Kanada i Australija, regulative zahtijevaju da komercijalni operateri održavaju detaljne zapise o upotrebi i održavanju svojih dronova, što omogućuje nadležnim tijelima da osiguraju pridržavanje sigurnosnih standarda [16][17].

### **3. Dronovi u multimedijskoj produkciji**

Dronovi su postali neizostavan alat u modernoj multimedijskoj produkciji, revolucionirajući način na koji se stvaraju i prezentiraju vizualni sadržaji. Zahvaljujući njihovoj pristupačnosti i tehničkoj naprednosti, snimatelji, producenti i fotografi sada imaju priliku snimiti spektakularne zračne kadrove bez potrebe za složenim i skupim sustavima kao što su helikopteri. Uvođenje dronova omogućilo je nove kreativne mogućnosti u filmskoj, televizijskoj i marketinškoj industriji, a tehnologija dronova nastavlja napredovati, otvarajući vrata još inovativnijim pristupima u produkciji [3][1].

#### **Tehnike snimanja iz zraka prije dronova**

Prije pojave dronova, snimanje iz zraka bilo je značajno složenije i skuplje. Najčešće korištena metoda bila je upotreba helikoptera, koji je omogućavao stabilne i kvalitetne zračne kadrove. Helikopterska snimanja imala su prednosti poput većeg dometa, veće nosivosti kamera i mogućnosti dugotrajnog snimanja. No, unatoč njihovoj efikasnosti, ovi letovi bili su izuzetno skupi zbog troškova goriva, pilota i osiguranja te logistički zahtjevni zbog potrebe za posebnim dozvolama i sigurnosnim mjerama, osobito u urbanim područjima ili nepristupačnim terenima [5][7].

Uz helikoptere, korišteni su i zračni baloni i žičani sustavi poput "cable cam" sustava. Zračni baloni pružali su stabilnu platformu, ali su bili ograničeni vremenskim uvjetima i loše upravljivi, što ih je činilo nepraktičnima za dinamično snimanje. S druge strane, žičani sustavi omogućavali su precizne pokrete kamere, ali su bili statični i zahtijevali kompleksnu instalaciju, što je ograničavalo njihovu primjenu samo na specifične lokacije [8][10].

#### **Prednosti dronova u zračnom snimanju**

Dolaskom dronova ovi su izazovi značajno smanjeni. Dronovi omogućuju zračno snimanje po mnogo nižim troškovima, s fleksibilnošću i preciznošću koja je ranije bila nezamisliva. Mogu pristupiti mjestima koja su bila

nedostupna helikopterima, poput uskih kanjona, gustih šuma ili urbanih sredina, bez složene logistike. Njihova jednostavnost korištenja i tehnološka naprednost omogućuju produkcijama, čak i s manjim budžetima, stvaranje visokokvalitetnih zračnih kadrova [9][12].

Prva velika primjena dronova u filmskoj industriji dogodila se u filmu "Skyfall" (2012.), gdje su korišteni za dinamične akcijske scene. Ovaj primjer pokazao je da dronovi ne samo da pružaju fleksibilnost i sigurnost, već i smanjuju troškove produkcije, što je ubrzalo njihovu integraciju u filmove, televizijske emisije i druge medije [6][10].



Slika 12 - Skyfall

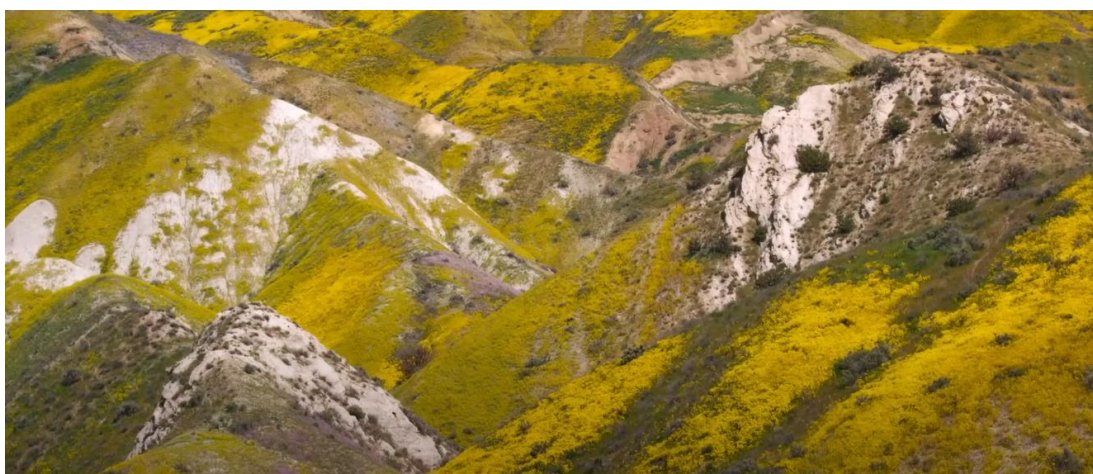
## Snimanje video materijala

Jedna od ključnih primjena dronova u multimedijskoj produkciji je snimanje video materijala. Dronovi su dramatično promijenili način na koji se snimaju video sadržaji, omogućujući visokokvalitetne zračne videozapise uz izvanrednu preciznost i stabilnost. Zahvaljujući naprednim gimbal sustavima, kamere na dronovima ostaju stabilne čak i u zahtjevnim uvjetima snimanja, pružajući profesionalne snimke [3].

Video sadržaji snimljeni dronovima koriste se u širokom spektru produkcija, od filmova i reklama do dokumentaraca i sportskih prijenosa. Dronovi omogućuju stvaranje dinamičnih kadrova iz neobičnih kutova i visina, što dodaje novu dimenziju kreativnosti u produkciji. Moderni dronovi također

omogućuju **programiranje leta**, čime se osigurava preciznost i ponovljivost snimaka, što je ključno u zahtjevnim produkcijskim uvjetima [7][8].

Dronovi su posebno korisni u snimanju u ekstremnim ili nepristupačnim uvjetima, poput snimanja iznad oceana, planina ili tijekom olujnog vremena. Ove karakteristike čine dronove nezamjenjivim alatom za dokumentarce i avanturističke produkcije, omogućujući snimanje scena koje bi bile previše opasne za ljudske snimatelje [9]. Poznati dokumentarist David Attenborough koristio je dronove za snimanje spektakularnih scena prirode u seriji "Our Planet", čime je omogućio gledateljima uvid u prirodni svijet iz potpuno nove perspektive [18].



Slika 13 - Isječak iz dokumentarnog filma "Our Planet"

## **Fotografija iz zraka**

Zračna fotografija postala je jedan od najvažnijih aspekata upotrebe dronova u multimedijskoj produkciji. Dronovi omogućuju fotografima da zabilježe prizore iz visina i pozicija koje su ranije bile nedostupne ili vrlo teško ostvarive. Ova tehnika pruža nevjerovatne mogućnosti za kreativno izražavanje, pogotovo u područjima kao što su krajolici, arhitektura i događaji, omogućujući stvaranje zapanjujućih snimaka s dosad neviđenim perspektivama.

Ključna prednost dronova je njihova sposobnost snimanja u visokoj rezoluciji, uključujući 4K i 8K, što omogućuje izvanrednu jasnoću i kvalitetu slike. To je



osobito korisno u industrijama koje zahtijevaju vrhunsku preciznost i detalje, poput nekretnina, gdje zračna fotografija može pružiti cjelovit pogled na posjed i njegovu okolinu, te turizma, gdje se zapanjujući pejzaži mogu zabilježiti s visine kako bi privukli posjetitelje [5][10].



**Slika 14 - Pejzaž**

Zračna fotografija dronovima ne samo da otvara mogućnosti za tradicionalne fotografske projekte, već i pruža prilike za interaktivne prikaze. Na primjer, tvrtka Matterport koristi dronove za izradu 3D prikaza nekretnina, omogućujući potencijalnim kupcima detaljan pregled cijelog posjeda iz različitih kutova. Ova tehnologija ne samo da obogaćuje iskustvo gledatelja već omogućuje i veću fleksibilnost prilikom snimanja. Fotografije snimljene dronovima mogu se naknadno obrađivati i prilagoditi različitim medijskim formatima, što omogućuje njihovu primjenu u širokom rasponu industrija [17].

Moderne kamere montirane na dronove pružaju dodatne mogućnosti za snimanje fotografija u zahtjevnim uvjetima. Napredne funkcije poput HDR-a, panoramskog snimanja, te mogućnost snimanja s dugom ekspozicijom omogućuju fotografima da uhvate scene s visokom preciznošću boja i osvjetljenja, čime se osigurava izvanredna kvaliteta fotografije u različitim svjetlosnim uvjetima. Ova fleksibilnost omogućava zračnim fotografima da

istraže nove kreativne pristupe i iskoriste različite vremenske uvjete kako bi stvorili upečatljive slike [10][15].



**Slika 15 - Panorama snimljena dronom**

Jedan od najboljih primjera ove tehnologije može se vidjeti u projektu Cityscapes at Dawn, gdje su fotografi koristili dronove kako bi uhvatili zapanjujuće snimke velikih gradova u prvim trenucima jutarnjeg svjetla. Ove slike prenose dramatične i atmosfere prizore urbanih pejzaža, stvarajući vizualno upečatljive i tehnički impresivne fotografije [19].



**Slika 16 - Fotografija Cityscapes at Dawn**

Dronovi također nude mogućnost brzih promjena položaja kamere, omogućujući fotografima da brzo promijene visinu, kut i perspektivu. Ova dinamičnost posebno je važna u snimanju sportskih događaja ili užurbanih urbanih scena, gdje je nužno brzo reagirati na promjene u okruženju.

Fleksibilnost i mobilnost dronova omogućuje snimateljima da zabilježe svaki važan trenutak iz jedinstvene perspektive, što je bilo gotovo nemoguće tradicionalnim metodama [6][9].

Sve ove karakteristike čine dronove ključnim alatom za zračnu fotografiju u suvremenoj multimedijskoj produkciji. Njihova svestranost, tehnička naprednost i prilagodljivost omogućuju stvaranje vizualno upečatljivih i tehnički savršenih slika koje privlače pažnju i ostavljaju snažan dojam na publiku. Bilo da se koristi za komercijalne projekte ili kreativnu fotografiju, zračna fotografija dronovima omogućuje inovativan pristup vizualnoj umjetnosti [20].

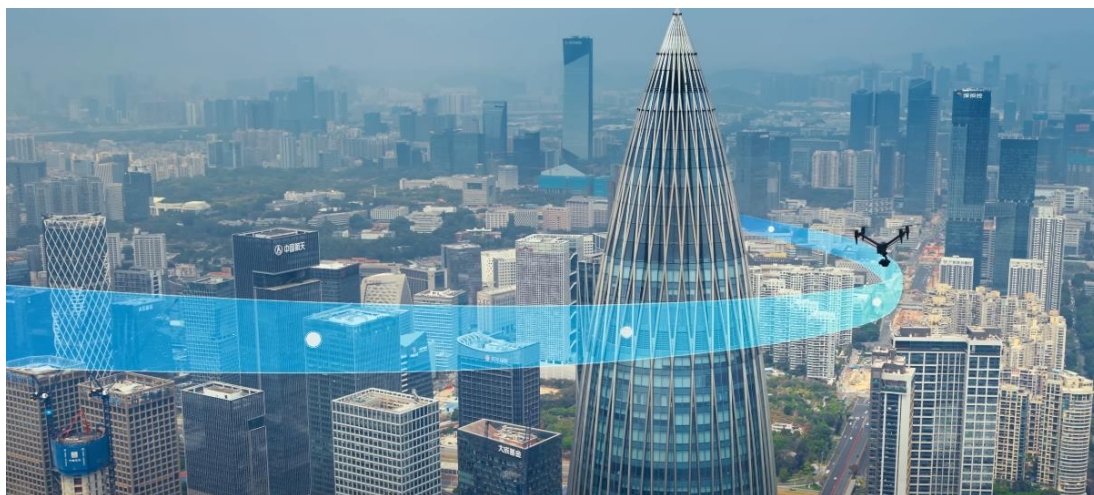
## **Dronovi u filmskoj produkciji**

Filmska industrija bila je među prvima koja je prepoznala potencijal dronova. Ključna prednost dronova u filmskoj produkciji leži u njihovoj sposobnosti snimanja u visokoj rezoluciji, uključujući 4K i 8K, uz stabilizaciju putem gimbal sustava. Ovi sustavi omogućuju snimanje izuzetno glatkih i stabilnih videozapisa, čak i tijekom brzih pokreta i dinamičnih scena. To je posebno važno za snimanje akcijskih sekvenci, gdje se dronovi koriste za praćenje likova ili vozila u pokretu, čime se dodaje dinamičnost i intenzitet prizorima [7].

Filmski producenti često koriste dronove za snimanje na nepristupačnim ili opasnim lokacijama, gdje bi tradicionalne metode snimanja bile preskupe ili previše rizične. Na primjer, snimanje iznad oceana, kroz guste šume ili na planinskim vrhovima postalo je puno jednostavnije i sigurnije uz dronove, što omogućuje redateljima da istraže nove kreativne mogućnosti i stvore tehnički savršene kadrove [8].

Uz to, dronovi su promijenili način snimanja dugih, kontinuiranih kadrova, omogućujući redateljima snimanje sekvenci bez potrebe za čestim rezanjem, što stvara napetost i vizualnu privlačnost. Ova tehnika često se koristi u akcijskim i avanturističkim filmovima kako bi se povećala dinamika i

realističnost scena. Dronovi omogućuju snimateljima da uhvate kompleksne pokrete kamere uz manju logistiku i troškove, što je posebno korisno u nezavisnim produkcijama s ograničenim budžetima [9].



Slika 17 - Prikaz planirane putanje leta

## **Dronovi u televizijskoj produkciji i prijenosima uživo**

Televizijska industrija također je doživjela značajan napredak s uvođenjem dronova, osobito u produkciji prijenosa uživo. Dronovi omogućuju snimanje sportskih događaja, koncerata i velikih okupljanja iz zraka, pružajući gledateljima jedinstvenu perspektivu koja dodaje uzbuđenje i dinamiku prijenosima.

Ključna prednost dronova u televizijskoj produkciji je njihova sposobnost brzog prilagođavanja uvjetima na terenu, čime se omogućuje praćenje događaja iz različitih kutova i visina. Ovo je posebno korisno u sportskim prijenosima, gdje dronovi omogućuju kameramanima da prate igrače ili sportaše na velikim udaljenostima bez potrebe za statičnim kamerama [3][5].

Jedan od najistaknutijih primjera primjene dronova u sportskim prijenosima je Formula 1, gdje dronovi omogućuju snimanje brzih automobila s visine, pružajući publici dinamične i uzbuđljive kadrove u realnom vremenu. Dronovi prate vozila na utrkama iz različitih kutova i visina, omogućujući gledateljima da dožive utrku iz perspektive koju tradicionalne kamere ne mogu postići.

Ove zračne snimke dodaju novu dimenziju prijenosu, jer prate automobile u pokretu kroz zavojite staze, što pojačava osjećaj brzine i intenziteta natjecanja [8].



**Slika 18 - FPV dron prati Formulu 1**

Tehnička preciznost dronova, uz mogućnost prijenosa visoke kvalitete u realnom vremenu, čini ih ključnim alatom u produkcijama koje zahtijevaju brze prilagodbe. Ovi uređaji omogućuju stvaranje prijenosa uživo koji su vizualno privlačni, tehnički stabilni i dinamični, čime se povećava iskustvo gledatelja [7]. Dronovi ne samo da poboljšavaju vizualni dojam prijenosa sportskih događaja poput Formule 1, već i dodaju sloj interaktivnosti, budući da pružaju detaljniji pregled staze i događaja, što omogućuje bolje praćenje događaja na terenu.

### **Primjena dronova u reklamama i marketinškim kampanjama**

Dronovi su našli široku primjenu i u reklamama te marketinškim kampanjama, pružajući marketinškim stručnjacima alat za stvaranje upečatljivih vizualnih sadržaja. Zračne snimke koje dronovi omogućuju pružaju nov i dinamičan način prikazivanja proizvoda, usluga ili destinacija, što pomaže brendovima da se istaknu na tržištu [5].

Marketinške kampanje koje koriste dronove često se usredotočuju na spektakularne zračne snimke prirodnih ljepota, gradskih pejzaža ili luksuznih

proizvoda, što povećava angažman ciljane publike. Dronovi su posebno korisni za viralne kampanje, gdje se sadržaji lako dijele na društvenim mrežama, pomažući brendovima da dosegnu širu publiku na inovativan način. Viralne marketinške kampanje koje koriste dronove često privlače pažnju zahvaljujući neobičnim perspektivama i zapanjujućim zračnim kadrovima, što stvara sadržaj koji publika rado dijeli na društvenim mrežama. Ovi videozapisi i fotografije mogu uključivati spektakularne pejzaže, arhitektonske strukture, ili dinamične snimke proizvoda u pokretu, poput automobila u pokretu kroz dramatične pejzaže [8].



**Slika 19 - Reklama za Porsche snimljena FPV dronom**

Jedan od najboljih primjera ovakvog pristupa može se vidjeti u reklamnim kampanjama automobilske industrije, gdje dronovi omogućuju snimanje vozila iz različitih kutova dok se kreću kroz slikovite pejzaže ili gradske ulice. Ove snimke naglašavaju brzinu, snagu i eleganciju vozila na način koji bi bio teško izvediv tradicionalnim metodama snimanja. Na primjer, Volvo je u svojim reklamnim kampanjama koristio dronove kako bi stvorio dramatične zračne snimke svojih vozila, što je dodatno naglasilo luksuz i sofisticiranost brenda [4][7].



**Slika 20 - Reklama za Volvo**

Dronovi također pružaju marketinškim stručnjacima mogućnost stvaranja interaktivnog sadržaja, poput 360° zračnih snimaka ili virtualnih obilazaka lokacija, što povećava angažman publike i omogućuje gledateljima da sami istraže proizvode ili destinacije. Ovakve mogućnosti posebno su korisne u industrijama poput nekretnina i turizma, gdje detaljni zračni prikazi pomažu potencijalnim kupcima ili posjetiteljima da dobiju cjelovit uvid u lokaciju ili nekretninu [5].

Tehnička superiornost dronova u snimanju, u kombinaciji s njihovom fleksibilnošću i pristupačnošću, čini ih idealnim alatom za kreiranje modernih marketinških kampanja. Snimke dronovima ne samo da povećavaju vizualni dojam reklama, već omogućuju stvaranje sadržaja koji se može prilagoditi različitim digitalnim platformama, čime se osigurava učinkovitost kampanja u digitalnom svijetu.

Primjena dronova u reklamama nastavit će se širiti, osobito s daljnjim tehnološkim napretkom. Kako dronovi postaju sve sofisticiraniji, s poboljšanim mogućnostima kamere i većom autonomijom leta, marketinški stručnjaci imat će još više mogućnosti za stvaranje kreativnih i inovativnih sadržaja koji privlače pažnju i ostavljaju snažan dojam na ciljno tržište [8].

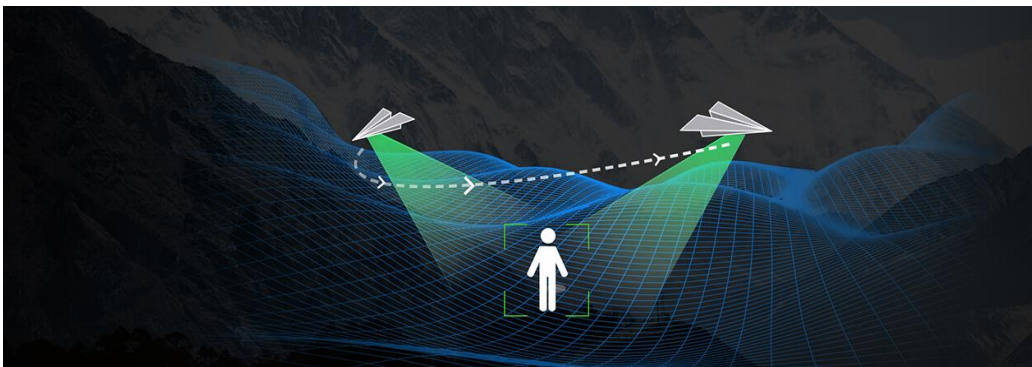
## 4. Prednosti i izazovi upotrebe dronova u multimedijskoj produkciji

Upotreba dronova u multimedijskoj produkciji donosi brojne prednosti, ali istovremeno suočava korisnike s raznim izazovima. Razumijevanje tih prednosti i izazova ključno je za optimalnu primjenu ove tehnologije. U ovom poglavlju istražuju se tehničke i kreativne prednosti dronova, kao i tehnički, sigurnosni i etički izazovi s kojima se susreću producenti i operateri.

### 4.1. Tehničke prednosti

Dronovi donose brojne tehničke prednosti u multimedijsku produkciju, posebno kroz mogućnost snimanja u 4K i 8K rezoluciji. Ova kvaliteta slike omogućuje visoku razinu detalja i fleksibilnost u postprodukciji, što je ključna prednost u industrijama poput filma i reklame. Napredne kamere nude opcije kao što su HDR i 10-bitna boja, koje dodatno povećavaju kvalitetu snimaka [2].

Stabilizacija putem tri-osnih gimbal sustava osigurava glatke i stabilne snimke čak i u dinamičnim scenama. Tehnologije poput ActiveTrack omogućuju autonomno praćenje objekata u pokretu, smanjujući potrebu za ručnim upravljanjem kamerom [3]. Uz to, senzorski sustavi za izbjegavanje prepreka i Vision Positioning System (VPS) omogućuju sigurnije letenje u složenim okruženjima [4].



Slika 21 - ActiveTrack



Napredni baterijski sustavi predstavljaju važnu tehničku prednost, jer omogućuju dronovima dulje vrijeme leta bez potrebe za čestim zamjenama baterija. Moderni modeli opremljeni su dvostrukim baterijama koje omogućuju letove u trajanju do 30 minuta. Ovo je značajno poboljšanje u odnosu na rane dronove, čije je trajanje leta bilo ograničeno na 10-15 minuta, što je često prekidalo snimanje. Dulje vrijeme leta omogućuje kontinuirano snimanje duljih scena, što je posebno korisno u filmskoj produkciji i tijekom snimanja u nepristupačnim područjima, gdje je teško zamijeniti baterije [6].

Uz to, navigacijski sustavi, poput GPS-a i GLONASS-a, omogućuju precizno planiranje i kontrolu leta. Tehnologije poput Waypoint navigation omogućuju da dronovi automatski prate unaprijed definirane putanje. Ova funkcionalnost je ključna za produkcije koje zahtijevaju dosljednost, primjerice, kada je potrebno ponoviti isti kadar iz točno istog kuta. To olakšava montažu i osigurava kontinuitet u scenama snimljenim na različitim mjestima ili u različito vrijeme [9].



Slika 22 - Waypoint navigation

Primjena umjetne inteligencije (AI) dodatno unapređuje sposobnosti dronova. AI sustavi omogućuju automatsko prepoznavanje i praćenje objekata u pokretu, što je posebno korisno u dinamičnim scenama poput sportskih događaja, akcijskih filmova ili dokumentaraca. AI omogućuje dronovima da autonomno prilagode brzinu i putanju leta kako bi optimizirali snimanje,

smanjujući potrebu za ljudskom intervencijom. Ove funkcije su posebno korisne za kompleksna snimanja koja zahtijevaju brze reakcije, precizne promjene kuta kamere i neprekidno praćenje objekata [10].

Kombinacija naprednih baterijskih sustava, navigacijske tehnologije i umjetne inteligencije čini dronove iznimno efikasnim alatom u modernoj produkciji, omogućujući stvaranje visokokvalitetnih i tehnički sofisticiranih snimaka uz manju potrebu za ljudskom intervencijom.

## **4.2. Kreativne prednosti**

Kreativne prednosti upotrebe dronova u multimedijskoj produkciji su jednako impresivne kao i tehničke. Dronovi omogućuju stvaranje vizualno upečatljivih sadržaja koji se ističu zbog svojih jedinstvenih perspektiva i dinamičnosti.

Mogućnost snimanja iz zraka pruža producentima i redateljima kreativnu slobodu da eksperimentiraju s različitim kutovima, visinama i pokretima kamere, čime se otvaraju nove mogućnosti za vizualno pripovijedanje [3]. To je omogućilo realizaciju scena koje bi inače bile tehnički ili logistički neizvedive, kao što je prikazano u filmu "1917", gdje su dugi, neprekinuti kadrovi snimani dronovima omogućili gledatelju duboku uronjenost u radnju [15].

Jedna od ključnih kreativnih prednosti dronova je njihova sposobnost snimanja dugih, neprekinutih kadrova bez potrebe za rezanjem. Ova sposobnost omogućuje stvaranje kontinuiranih snimaka koji dodaju dramatičnost i napetost u filmovima i videozapisima. Dronovi su posebno korisni za snimanje složenih akcijskih scena, gdje je potrebno pratiti brze pokrete ili promjene u sceni bez prekida [4].

Dronovi također omogućuju stvaranje jedinstvenih vizualnih efekata koji su prethodno bili teško ili nemoguće postići. Na primjer, snimanje iz različitih visina i kutova omogućuje stvaranje perspektiva koje gledatelju daju osjećaj leta ili plivanja kroz prostor, čime se dodaje novi sloj interakcije i angažmana u vizualnoj priči [9]. Ovaj efekt koristi se u dokumentarnim filmovima o prirodi

kako bi se gledateljima pružila izvanredna perspektiva i osjećaj prostornog kretanja, što je primjerice korišteno u seriji "Planet Earth II" [16].



**Slika 23 - Isječak iz dokumentarnog filma "Planet Earth II"**

Kreativna sloboda koju pružaju dronovi također se ogleda u njihovoj upotrebi u kombinaciji s drugim tehnologijama, poput virtualne stvarnosti (VR) i proširene stvarnosti (AR). Dronovi omogućuju stvaranje sadržaja koji se može integrirati u VR i AR aplikacije, pružajući gledateljima interaktivno iskustvo koje ih potpuno uranja u vizualnu priču [7]. Ova kombinacija tehnologija otvara nove mogućnosti za kreativno izražavanje i stvaranje sadržaja koji prelazi granice tradicionalnog filma i video produkcije. Primjer upotrebe dronova u VR-u može se vidjeti u projektima kao što je "The Climb", koji koristi zračne snimke za stvaranje nevjerojatnih VR iskustava [20].



**Slika 24 - VR igra "The Climb"**

Nadalje, dronovi omogućuju stvaranje spektakularnih snimaka u teškim i nepristupačnim uvjetima, kao što su snimanje u planinama, iznad oceana ili u urbanim sredinama. Njihova sposobnost da dosegnu visine i pozicije koje su inače teško dostupne omogućuje stvaranje kadrova koji su vizualno zapanjujući i tehnički impresivni [18].

Dronovi također omogućuju korištenje termalnih i infracrvenih kamera, što proširuje mogućnosti snimanja i otvara prostor za kreativne projekte u dokumentaristici, ekologiji ili industriji. Primjenom ovih tehnologija, dronovi mogu otkriti elemente koji su oku nevidljivi, poput toplinskih tragova ili promjena u okolišu, čime se stvara inovativan i informativan vizualni sadržaj.

Konačno, dronovi omogućuju producentima i redateljima da stvaraju sadržaj koji je u skladu s najnovijim trendovima u vizualnoj umjetnosti, uključujući minimalizam, apstrakciju i eksperimentalne forme. Mogućnost snimanja iz različitih perspektiva i kretanja kroz prostor omogućuje stvaranje sadržaja koji je inovativan, kreativan i estetski upečatljiv, čime se dodatno proširuju granice vizualne umjetnosti [21].

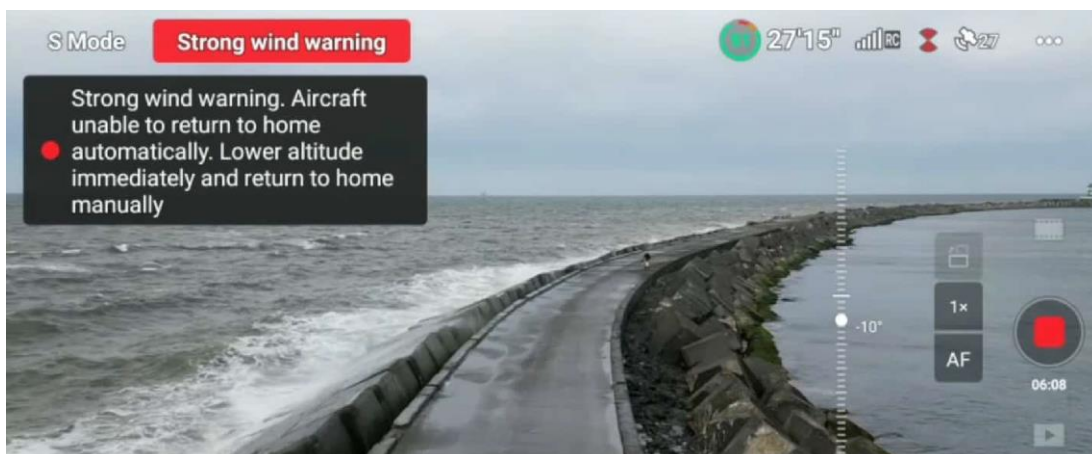
### **4.3. Tehnički izazovi i ograničenja**

Unatoč brojnim prednostima, upotreba dronova u multimedijskoj produkciji suočava se s nizom tehničkih izazova i ograničenja. Jedan od glavnih tehničkih izazova je trajanje baterije, koje je i dalje relativno kratko, obično između 20 i 30 minuta po letu. Ovo ograničeno trajanje leta može biti problematično u situacijama kada je potrebno snimati dulje scene ili kada je potrebno više pokušaja da bi se postigao željeni rezultat [3][9].

Producenti se često suočavaju s potrebom za brzim izmjenama baterija i planiranjem snimanja kako bi maksimalno iskoristili vrijeme leta. Iako se tehnologija baterija poboljšava, ovo ograničenje i dalje predstavlja izazov za profesionalne produkcije koje zahtijevaju dulje i složenije snimke [10].

Još jedan tehnički izazov je stabilnost i pouzdanost dronova u različitim vremenskim uvjetima. Dronovi su osjetljivi na promjene u vremenskim

uvjetima, uključujući vjetar, kišu i niske temperature, što može utjecati na kvalitetu snimaka i sigurnost letova. U uvjetima jakog vjetra, stabilnost drona može biti narušena, što rezultira snimkama koje su nestabilne ili mutne [6].



Slika 25 - Upozorenje za jak vjetar

Neki napredniji modeli dronova opremljeni su dodatnim sustavima stabilizacije i sensorima, ali čak i oni imaju ograničenja u ekstremnim vremenskim uvjetima [14]. Također, u ekstremnim uvjetima poput niskih temperatura, baterije dronova mogu izgubiti kapacitet brže nego inače, što dodatno smanjuje vrijeme leta. Ovo ograničenje dodatno povećava potrebu za učinkovitim planiranjem snimanja [7].

Tehnički izazovi uključuju i ograničenja u pogledu opterećenja koje dronovi mogu nositi. Iako su moderni dronovi opremljeni kamerama visoke rezolucije, opterećenje dodatne opreme poput dodatnih baterija, svjetala ili drugih uređaja može utjecati na performanse drona, uključujući stabilnost i vrijeme leta. Ovo ograničenje može biti posebno problematično u složenim produkcijama koje zahtijevaju upotrebu više uređaja i opreme [4][7].

Primjerice, u filmskoj produkciji, često se koristi dodatna oprema za snimanje u noćnim uvjetima ili pri slabom osvjetljenju, što može smanjiti stabilnost i povećati potrošnju baterije [13].

Navigacija i kontrola dronova također predstavljaju tehnički izazov, posebno u urbanim sredinama ili područjima s mnogo prepreka. Iako su moderni dronovi opremljeni naprednim navigacijskim sustavima i sensorima za

izbjegavanje prepreka, upravljanje dronom u složenim okruženjima zahtijeva visoku razinu vještine i iskustva operatera. Greške u navigaciji mogu rezultirati sudarima, gubitkom drona ili oštećenjem opreme, što može značajno povećati troškove produkcije [5][12]. U urbanim područjima s puno zgrada, dronovi se mogu suočiti s problemima zbog gubitka signala GPS-a, što dodatno komplicira njihovu navigaciju [11].

Konačno, tehnički izazov predstavlja i kompatibilnost dronova s drugim tehnologijama koje se koriste u produkciji, kao što su softver za montažu, post produkcijske alate i sustavi za prijenos podataka. Osiguravanje da su svi sustavi kompatibilni i da mogu međusobno komunicirati bez problema ključno je za glatku produkciju. Problemi s kompatibilnošću mogu uzrokovati kašnjenja, tehničke probleme i dodatne troškove za prilagodbu i integraciju sustava [11]. Na primjer, kod prijenosa podataka s dronova u realnom vremenu, često dolazi do problema s kompatibilnošću između različitih softverskih platformi koje koriste produkcijski timovi [16].

Ovi tehnički izazovi zahtijevaju pažljivo planiranje, tehničku stručnost i učinkovito korištenje resursa kako bi se smanjili potencijalni problemi i osiguralo da se snimanje provede u skladu s produkcijskim zahtjevima. Kako se tehnologija dronova nastavlja razvijati, očekuje se da će se ovi izazovi postupno smanjivati, ali ostaju važan faktor u svakoj produkciji.

#### **4.4. Sigurnosni i etički izazovi**

Uz tehničke izazove, upotreba dronova u multimedijskoj produkciji suočava se i s nizom sigurnosnih i etičkih izazova. Sigurnost je jedan od glavnih prioriteta prilikom upravljanja dronovima, osobito u urbanim sredinama ili tijekom snimanja u blizini ljudi. Dronovi predstavljaju potencijalnu opasnost ako se koriste nepropisno ili bez odgovarajućih sigurnosnih mjera, što može rezultirati ozljedama, oštećenjem imovine ili čak gubitkom života [3][5].

Prema izvještajima iz Federal Aviation Administration (FAA), incidenti u kojima su dronovi došli u opasno blizak kontakt s ljudima ili objektima rastu, što dodatno naglašava potrebu za strožim sigurnosnim protokolima [5].

Jedan od ključnih sigurnosnih izazova je izbjegavanje sudara s preprekama, kao što su zgrade, stabla, žice ili druge strukture. Iako moderni dronovi dolaze opremljeni sensorima za izbjegavanje prepreka, oni nisu uvijek 100% pouzdani, posebno u složenim i dinamičnim okruženjima. Operateri dronova moraju biti visoko obučeni i spremni brzo reagirati na nepredviđene situacije kako bi osigurali siguran let [4][12]. U industriji snimanja, kao što su filmovi i reklame, sudari dronova s objektima ne samo da predstavljaju sigurnosni rizik, već mogu i značajno povećati troškove produkcije zbog oštećenja opreme ili zastoja [19].

Još jedan važan sigurnosni aspekt je zaštita privatnosti. Dronovi imaju sposobnost snimanja velikih površina i često snimaju iznad privatnog posjeda ili u blizini osjetljivih područja. Ovo otvara pitanja privatnosti, jer ljudi možda nisu svjesni da ih se snima ili da su njihovi posjedi fotografirani iz zraka [8]. General Data Protection Regulation (GDPR) u Europskoj uniji postavlja stroge propise o zaštiti privatnosti, što operatere dronova obvezuje na pridržavanje zakona o privatnosti prilikom snimanja [16]. Nepoštivanje ovih zakona može dovesti do pravnih posljedica, uključujući kazne i ograničenja korištenja dronova u određenim područjima.

Etički izazovi uključuju i pitanja vezana za manipulaciju snimaka ili upotrebu dronova u situacijama gdje bi njihova prisutnost mogla izazvati uznemirenost ili narušiti integritet snimljenog sadržaja. Na primjer, korištenje dronova za snimanje scena katastrofa ili osobnih tragedija može se smatrati etički upitnim, osobito ako se snimke koriste na način koji nije u skladu s etičkim standardima u novinarstvu ili produkciji [6][9]. U industriji vijesti i dokumentaraca, operateri moraju razmotriti kako će se snimke koristiti i osigurati da ne krše etičke smjernice koje propisuju profesionalni standardi [17].

Osim toga, regulative koje se odnose na upotrebu dronova razlikuju se od zemlje do zemlje, a ponekad čak i od regije do regije unutar iste zemlje. Operateri dronova moraju biti svjesni lokalnih zakona i propisa kako bi osigurali da njihova upotreba dronova bude u skladu sa svim relevantnim

zakonodavstvom. Nepoštivanje ovih propisa može rezultirati pravnim sankcijama, kaznama ili gubitkom licence za upravljanje dronom [7][11]. Na primjer, u zemljama poput Kine ili Indije, gdje su pravila o upotrebi dronova stroža, operateri moraju dobiti posebne dozvole prije snimanja u određenim područjima [15].

Konačno, etički izazov predstavlja i odgovornost prema okolišu. Korištenje dronova u prirodnim područjima može ometati lokalnu faunu i floru, osobito ako se dronovi koriste u blizini zaštićenih područja ili tijekom osjetljivih sezona kao što je sezona gniježdenja ptica. Operateri dronova trebaju biti svjesni utjecaja svojih aktivnosti na okoliš i poduzeti mjere kako bi minimalizirali potencijalne negativne učinke [10][12]. Studije su pokazale da prekomjerna upotreba dronova u zaštićenim područjima može izazvati stres kod divljih životinja, što dugoročno može imati negativan utjecaj na njihova staništa [20].



## **5. Korištenje drona DJI Mini 3 u produkciji kratkog filma**

Dronovi omogućuju snimanje vizualno impresivnih kadrova i pristup lokacijama koje su tradicionalnim kamerama teško dostupne. Štoviše, kretnjama drona mogu se oponašati efekti visokobudžetnih produkcija koje koriste skupu opremu poput slidera, kranova i specijaliziranih vozila, pružajući nevjerojatne mogućnosti za kreativnost s ograničenim resursima. Želio sam istražiti koliko su dronovi napredovali u filmskoj produkciji te pokazati njihovu rastuću važnost i prilagodljivost u multimedijским projektima. Stoga sam odlučio snimiti kratki film koristeći isključivo dron DJI Mini 3, kako bih kroz proces snimanja i postprodukcije prikazao sve faze produkcije, s posebnim naglaskom na prednosti i izazove koje donosi ova tehnologija.

### **Odabir opreme: DJI Mini 3**

Odabrao sam DJI Mini 3 zbog njegove pristupačne cijene i svestranosti. Želio sam pokazati koliko je ovaj dron dostupan te kakav se rezultat može postići čak i s jednim od jeftinijih dronova na tržištu. Ovaj kompaktni uređaj pruža visokokvalitetne 4K videozapise, što ga čini pogodnim za profesionalnu filmsku produkciju i s ograničenim budžetom. Njegova mala veličina omogućuje lako upravljanje i pristup teže dostupnim mjestima, dok napredne funkcije poput automatskog praćenja objekata i stabilizacije kamere omogućavaju snimanje dinamičnih i stabilnih kadrova. S težinom manjom od 249 grama, također olakšava pridržavanje zakonskih regulativa vezanih uz letenje dronova, što je dodatna prednost tijekom snimanja na različitim lokacijama.

### **Konceptualizacija ideje**

Prije samog snimanja, bilo je ključno osmisliti koncept koji će istaknuti sve mogućnosti drona i omogućiti maksimalno iskorištavanje njegovog potencijala. Fokus nije bio toliko na složenosti priče, već na mogućnostima snimanja koje ta priča može pružiti. Stoga sam osmislio jednostavnu radnju:

„Lik dobije slobodan dan i posuđuje automobil od prijatelja kako bi otišao kampirati. Tijekom svog putovanja iz grada u prirodu, na kraju se suočava s malom nesrećom.“

Dronovi se često koriste za uvođenje publike u radnju ili lokaciju, pa je ideja bila prikazati prijelaz između dviju glavnih lokacija - uurbanog grada i mirne prirode - kako bih demonstrirao prilagodljivost drona u različitim okruženjima.

Ova priča pružila je savršenu priliku za snimanje raznolikih scena. U urbanom okruženju, fokusirao sam se na dinamične kadrove koji prikazuju užurbanost gradskog života - prikazujući ulice prepune automobila i stalni pokret koji simbolizira ritam metropole. Dron je omogućio snimanje iz jedinstvenih perspektiva, ističući arhitekturu grada i gužvu s visine koja nije dostupna tradicionalnim kamerama. Nasuprot tome, scene u prirodi isticale su ljepotu netaknutog krajolika i osjećaj slobode. Poseban naglasak stavljen je na automobil glavnog lika smješten usred prirode, što je dodatno pojačalo kontrast između gradske vreve i spokojsva prirode. Korištenje drona omogućilo je fluidne prijelaze i panoramske snimke koje naglašavaju prostranost okoline. Ovi elementi zajedno su demonstrirali svestranost drona u prikazivanju različitih atmosfera i emocija kroz vizualni sadržaj.

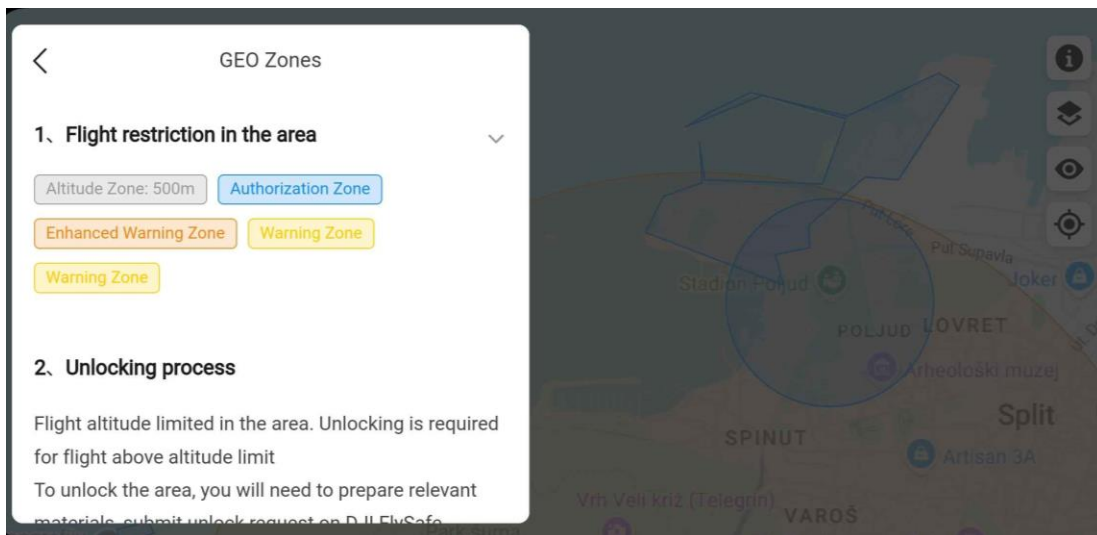
## **Predprodukcija**

Predprodukcija je bila izuzetno važna faza ovog projekta, posebno zato što je cjelokupno snimanje planirano na otvorenom, gdje vremenski uvjeti značajno utječu na mogućnost i kvalitetu snimanja. Bez obzira na to što se koristio manji dron poput DJI Mini 3, bilo je nužno temeljito isplanirati sve aspekte snimanja, kao što bi to bio slučaj i s većim dronovima. To je uključivalo detaljno planiranje ruta leta, odabir odgovarajućih lokacija i pripremu za potencijalne izazove koje donosi snimanje na otvorenom.

Pronalazak prikladnih lokacija za snimanje bio je ključan. Jedan od najkompleksnijih kadrova u filmu zahtijevao je da dron prati glavnog lika dok ulazi u zgradu, zatim čeka da on uđe, a potom se penje do njegovog prozora na petom katu. Cilj je bio stvoriti dojam neprekinutog snimka ("one take"), što

je bez velikog budžeta i specijalizirane opreme izuzetno izazovno. Za realizaciju ovog kadra bilo je potrebno pronaći zgradu koja omogućuje takvu vrstu snimanja, uzimajući u obzir arhitektonske karakteristike i okolinu koja neće ometati signal ili sigurnost leta.

Pored tehničkih zahtjeva, morali su se uzeti u obzir i zakonski propisi vezani uz letenje dronova. Određeni dijelovi grada, poput centra ili područja oko stadiona, imaju stroga ograničenja letenja. Stoga je bilo potrebno identificirati dostupne lokacije koje nisu podložne takvim restrikcijama, a koje su istovremeno zadovoljavale estetske i narativne potrebe filma. U prirodnim okruženjima ovaj je aspekt bio manje problematičan, budući da su regulative manje stroge, što je omogućilo veću slobodu pri odabiru lokacija i kreativnom izražavanju.



Slika 26 - Geo zone

Trajanje baterije drona predstavljalo je dodatni izazov u planiranju snimanja. Svaka baterija ima nominalno trajanje od 34 minute, ali u stvarnim uvjetima - uzimajući u obzir vjetar i druge faktore otpora - efektivno vrijeme leta je oko 27 minuta. Ovo ograničenje zahtijevalo je precizno planiranje svakog kadra kako bi se maksimalno iskoristilo dostupno vrijeme. Pomno su isplanirani redoslijed snimanja, pozicije drona i kretnje kamere, kako bi se izbjeglo nepotrebno trošenje baterije na ponavljanje snimaka ili neplanirane letove.

Osim toga, vremenski uvjeti su igrali ključnu ulogu u uspjehu snimanja. Budući da je sve snimano na otvorenom, bilo je neophodno pratiti vremensku prognozu i prilagoditi raspored snimanja prema uvjetima poput oblačnosti, vjetra i padalina. Ovo je bilo važno ne samo za kvalitetu svjetla i atmosfere u kadrovima, već i za sigurnost letenja drona.

Sve ove pripreme i planiranja u fazi predprodukcije bile su neophodne kako bi se osigurao nesmetan tijek snimanja i postigao željeni umjetnički dojam. Detaljna predprodukcija omogućila je da se potencijalni problemi identificiraju i riješe prije samog snimanja, što je doprinijelo učinkovitosti produkcije i kvaliteti konačnog proizvoda. Unatoč ograničenjima u resursima i opremi, pažljivo planiranje omogućilo je ostvarenje kompleksnih kadrova koji bi inače zahtijevali veći budžet i sofisticiraniju opremu.

## **Produkcija**

Što se tiče produkcije, većina snimanja protekla je bez većih problema. Iako je sve bilo pomno isplanirano, uvijek se mogu dogoditi nepredviđeni događaji poput promjene vremenskih uvjeta ili tehničkih poteškoća. Tijekom snimanja u prirodi, osim promjenjivog vremena, dogodio se incident kada je dron zakačio kabel električne energije i srušio se. Na takve situacije potrebno je biti spreman te uvijek imati dodatnu opremu sa sobom, bez obzira radi li se o dronu ili drugoj opremi. U ovom slučaju, dodatni propeleri omogućili su brzu zamjenu na licu mjesta, nakon čega je snimanje moglo biti nastavljeno bez značajnih kašnjenja.

Osim video materijala, bilo je potrebno snimiti i zvukove. Budući da dron nema ugrađen mikrofonski iz očiti razloga - zbog buke motora i rotora - zvuk je sniman zasebno pomoću vanjske audio opreme. To je zahtijevalo dodatno planiranje kako bi se osigurala kvalitetna sinkronizacija zvuka i slike u postprodukciji. Snimanje zvuka obuhvaćalo je ambijentalne zvukove, monolog i efekte koji su dodani tijekom montaže kako bi se postigao željeni auditivni doživljaj.

## **Snimateljske tehnike s dronom**

Tijekom snimanja, koristio sam različite snimateljske tehnike s dronom kako bih maksimalno iskoristio njegove mogućnosti i stvorio vizualno privlačne kadrove. Ove tehnike omogućile su da se s relativno pristupačnom opremom postignu efekti koji su inače rezervirani za visokobudžetne produkcije.

- **Praćenje subjekta (Tracking shots):** Dron je pratio glavnog lika dok se kretao kroz grad i prirodu. Ova tehnika omogućila je stvaranje dinamičnih kadrova koji prate kretanje subjekta, pružajući gledatelju osjećaj prisutnosti u sceni.
- **Panoramski snimci (Pan shots):** Korištenjem horizontalnog kretanja drona, snimljeni su široki prikazi urbanih područja s mnogo automobila, što je naglasilo užurbanost gradskog života. U prirodi su panoramski snimci istaknuli prostranost krajolika i izoliranost glavnog lika, posebno u scenama gdje je automobil smješten usred netaknute prirode.
- **Vertikalni usponi i spuštanja (Tilt shots):** Dron je koristio vertikalne kretnje kako bi snimio uspinjanje od prizemlja do petog kata zgrade. Ovo je bilo posebno izazovno u kadru gdje dron prati lika koji ulazi u zgradu, zatim se penje do njegovog prozora na petom katu. Takav kontinuirani snimak ("one take") zahtijevao je precizno upravljanje i detaljno planiranje, a bez drona bi bio teško izvediv bez velikog budžeta i specijalizirane opreme.
- **Kružni pokreti oko subjekta (Orbit shots):** Ova tehnika uključivala je kretanje drona u kružnoj putanji oko glavnog lika ili objekta, omogućujući prikaz scene iz više kutova i dodajući dinamiku snimci. U prirodi je to istaknulo ljepotu okoliša i stvorilo osjećaj izolacije i mira.
- **Zbližavanje i udaljavanje (Dolly in/out):** Dron se koristio za približavanje ili udaljavanje od subjekta, što je dodalo dramatičnost određenim scenama.
- **Niske visine letenja:** Letenje na niskim visinama omogućilo je snimanje kadrova koji bi inače zahtijevali upotrebu stabilizatora ili šina

(dolly). Ovo je dodalo raznolikost u vizualnom izražaju i omogućilo kreativne prijelaze između scena.

- **Upotreba drona kao visokog stativa (High tripod shots):**

Korištenjem drona na fiksnoj poziciji u zraku, simuliran je efekt visokog stativa ili "visokog tripoda". Ovo je omogućilo snimanje stabilnih kadrova s visine koja bi inače zahtijevala korištenje visokih stativa ili dizalica. Takvi kadrovi pružaju jedinstvenu perspektivu i mogu naglasiti veličinu ili značaj određenog mjesta ili objekta u sceni. Ova tehnika bila je posebno korisna za statične snimke koje zahtijevaju visoku točku gledišta, bez potrebe za skupom i glomaznom opremom.

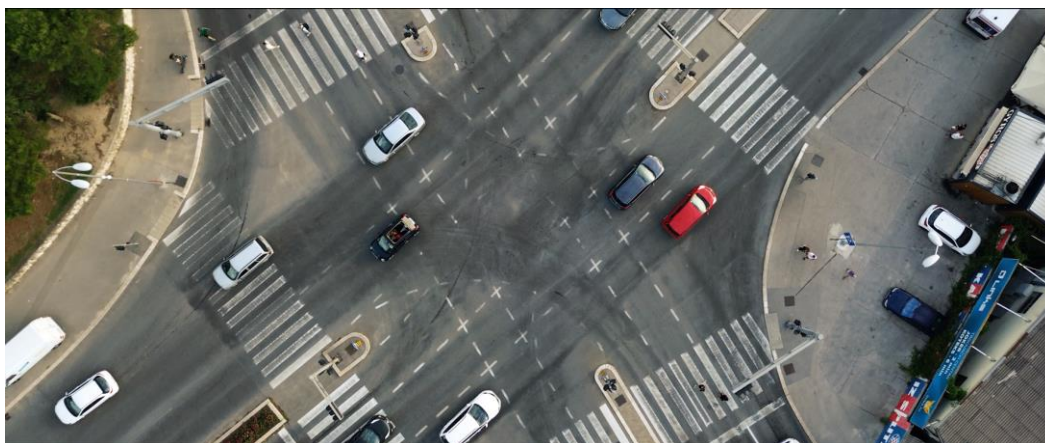
## **Postprodukcija**

Postprodukcija je protekla glatko, budući da su svi video i audio materijali bili pravilno snimljeni i planirani, što je omogućilo učinkovito sastavljanje konačnog proizvoda. Jedini segment koji je zahtijevao dodatnu pažnju bio je "one take" kadar, koji je trebalo detaljnije obraditi kako bi se postigao željeni efekt neprekinutog snimka.

Najviše vremena u postprodukciji utrošeno je na dizajn zvuka. S obzirom na to da dron ne snima zvuk, bilo je potrebno dodati zvukove u svaku scenu. Također, snimljeni zvukovi zahtijevali su obradu zbog vanjske buke prisutne tijekom snimanja na otvorenom, bilo da se radilo o gradskim šumovima ili vjetru. Kvalitetna obrada zvuka bila je ključna za stvaranje uvjerljive atmosfere i poboljšanje ukupnog doživljaja gledatelja.

Jedan od nedostataka korištenja jeftinijeg drona poput DJI Mini 3 je nedostatak mogućnosti snimanja u LOG formatu, što ograničava mogućnosti color gradinga. Snimke s drona već su dosta obojane prema zadanim postavkama, što smanjuje fleksibilnost u postizanju željenog vizualnog stila tijekom korekcije boja. Unatoč tome, pažljivim prilagodbama uspjele se postići zadovoljavajući izgled koji je podržao narativ filma.

## BREAK/BRAKE – SHORT FILM



Slika 27 - Kadar iz kratkog filma BREAK/BRAKE



Slika 28 - Kadar iz kratkog filma BREAK/BRAKE



Slika 29 - Kadar iz kratkog filma BREAK/BRAKE

<https://youtu.be/2ZfOJHxeYV0>

## **6. Utjecaj dronova na budućnost multimedijske produkcije**

Upotreba dronova u multimedijskoj produkciji značajno je transformirala industriju, ali njihov utjecaj tek počinje. Kako tehnologija napreduje, očekuje se da će dronovi igrati još važniju ulogu u budućnosti multimedijske produkcije. Ovo poglavlje istražuje trenutne trendove i inovacije, razvoj novih formata i tehnologija te predviđa kako će dronovi oblikovati budućnost vizualne umjetnosti i produkcije.

### **6.1. Trendovi i inovacije**

Dronovi su već donijeli mnoge inovacije u multimedijskoj produkciji, ali razvoj novih tehnologija i trendova kontinuirano pomiče granice mogućeg. Jedan od ključnih trendova u nadolazećim godinama bit će daljnja smanjenja dronova, što će omogućiti njihovu upotrebu u još složenijim i ograničenim prostorima. Manji dronovi, opremljeni naprednim sensorima i visoko rezolucijskim kamerama, omogućit će snimanje u uvjetima koji su dosad bili nepristupačni. Ovi dronovi bit će izuzetno korisni u industrijama poput filmske produkcije, dokumentaraca i reklama, gdje su fleksibilnost i prilagodljivost ključni [1][3]. Integracija umjetne inteligencije (AI) predstavlja još jedan važan trend. AI omogućuje dronovima autonomno donošenje odluka, prepoznavanje objekata i lica, te prilagodbu putanje u stvarnom vremenu. Ova tehnologija već se koristi u nekim naprednim modelima dronova, no očekuje se da će postati industrijski standard u nadolazećim godinama. AI će omogućiti dronovima ne samo bolju kontrolu leta i stabilizaciju, već i povećanu sigurnost u urbanim sredinama, gdje će dronovi moći preciznije izbjegavati prepreke [4][14].

Virtualna stvarnost (VR) i proširena stvarnost (AR) predstavljaju sljedeću veliku inovaciju u upotrebi dronova. Integracija ovih tehnologija omogućit će stvaranje potpuno novih oblika sadržaja, gdje će gledatelji moći doživjeti snimke iz zraka u potpunosti uronjene u VR okruženje ili će se stvoriti



interaktivni sadržaji koji kombiniraju stvarne i virtualne elemente. Očekuje se da će ove tehnologije pronaći primjenu u zabavi, turizmu i obrazovanju, čime će se dodatno proširiti mogućnosti korištenja dronova [6].

Dronovi za ekstremne uvjete predstavljaju još jednu važnu inovaciju.

Podvodni dronovi već se koriste u dokumentarnim filmovima o morskome životu, dok su svemirski dronovi u fazi razvoja i istraživanja, s ciljem snimanja izvan Zemljine atmosfere. Ove inovacije donijet će potpuno nove mogućnosti za multimedijску produkciju, otvarajući nova područja za istraživanje i kreativnost [8][23].

## **6.2. Razvoj novih formata i tehnologija**

Kako se tehnologija dronova razvija, tako se razvijaju i novi formati i tehnologije koji omogućuju stvaranje sadržaja na potpuno nov način. Nova generacija kamera specifično dizajniranih za dronove omogućuje snimanje u 8K rezoluciji, s opcijama kao što su HDR i slow-motion. Ove kamere su ne samo tehnički napredne, već su i lakše i kompaktnije, što ih čini idealnim za dronove u raznim produkcijama, od visokobudžetnih filmova do dokumentaraca [3][5].

Još jedna važna inovacija su 360-stupanjske kamere, koje omogućuju snimanje iz svih kutova. Ovi formati su ključni za VR i AR iskustva, pružajući gledateljima mogućnost da u potpunosti istraže scenu i interaktivno se uključe u sadržaj. Zbog sve veće popularnosti ovih tehnologija, 360-stupanjske snimke postaju standard u različitim industrijama, uključujući turizam, marketing i obrazovanje [7].

Integracija dronova s LiDAR-om (Light Detection and Ranging) i termalnim kamerama predstavlja značajan korak naprijed u sakupljanju podataka. Ove tehnologije omogućuju snimanje detaljnih topografskih podataka i detekciju objekata u nevidljivom spektru, što je posebno korisno u industrijama poput poljoprivrede, energetike i sigurnosti. LiDAR tehnologija se također koristi u kombinaciji s dronovima za stvaranje 3D modela terena, što omogućuje precizno mapiranje i analizu prostora [9][22].

Brzi razvoj 5G tehnologije donijet će daljnje napretke u prijenosu podataka, omogućujući brže i pouzdanije prijenose videozapisa u stvarnom vremenu. Ova tehnologija posebno će unaprijediti prijenose uživo te omogućiti daljinsko upravljanje dronovima s minimalnim kašnjenjem. Time će se otvoriti nove mogućnosti u novinarstvu, televizijskoj produkciji i drugim sektorima koji zahtijevaju trenutni prijenos podataka [10].

### **6.3. Predviđanja za budućnost**

Predviđa se da će dronovi postati standardni alat u gotovo svim segmentima multimedijske produkcije, od amaterskog stvaranja sadržaja do visokobudžetnih produkcija. Kako tehnologija postaje sve pristupačnija, očekuje se da će sve više kreativaca koristiti dronove za stvaranje vizualno impresivnog sadržaja. Dronovi će igrati ključnu ulogu u razvoju interaktivnog sadržaja, gdje će se virtualni i stvarni svijet spojiti putem VR i AR tehnologija, čime će se stvoriti nova vrsta multimedijskog doživljaja [2][6].

Daljnja automatizacija dronova također se očekuje u budućnosti, s autonomnim dronovima koji će moći samostalno obavljati složene zadatke, kao što su praćenje objekata, prilagodba uvjetima u stvarnom vremenu i izbjegavanje prepreka. Ovaj napredak omogućit će korištenje dronova u situacijama gdje je ljudska intervencija minimalna ili nepotrebna [12]. Što se tiče regulative, očekuje se da će pravni okviri postati stroži kako bi se osigurala sigurnost i zaštita privatnosti. Ovo će biti posebno važno u urbanim sredinama, gdje se sve više dronova koristi za komercijalne svrhe. Razvoj regulativa usmjerenih na odgovornu upotrebu dronova bit će ključan za njihov daljnji razvoj i integraciju u svakodnevni život [9][13].

Naposljetku, napredak u bežičnom prijenosu podataka omogućit će stvaranje i distribuciju sadržaja u stvarnom vremenu. Dronovi će moći prenositi videozapise visoke kvalitete uživo, što će otvoriti nove mogućnosti za televizijske prijenose, novinarstvo i druge sektore koji ovise o trenutnom prijenosu informacija. Ova sposobnost stvaranja i distribucije sadržaja u

stvarnom vremenu donijet će novu razinu angažmana publike i poboljšati kvalitetu multimedijских prijenosa [10][14].

## 7. Zaključak

Zaključno, kroz ovaj rad istraženi su ključni aspekti upotrebe dronova u multimedijskoj produkciji. Analiza je pokazala da dronovi značajno proširuju kreativne mogućnosti snimanja, omogućujući producentima i snimateljima pristup inovativnim kadrovima i perspektivama koji su prije bili teže dostupni ili preskupi. Tehničke prednosti, poput mogućnosti snimanja iz zraka i korištenja naprednih kamera, donose kvalitetnije i atraktivnije vizualne materijale. S druge strane, dronovi smanjuju troškove zračnog snimanja, što je posebna prednost za male i nezavisne produkcije.

Međutim, upotreba dronova dolazi s izazovima. Ograničeno trajanje baterije, vremenske neprilike i tehničke poteškoće mogu predstavljati problem, a pravna regulativa i sigurnosni standardi, posebno u urbanim područjima, postaju sve značajniji čimbenici. Također, etička pitanja vezana uz privatnost i zaštitu podataka sve su relevantnija s rastućom upotrebom dronova u komercijalnim i javnim prostorima.

Budućnost upotrebe dronova u multimedijskoj produkciji izgleda svijetla, s napretkom u tehnologijama poput umjetne inteligencije, autonomnih sustava i integracije s virtualnom stvarnošću (VR) i proširenom stvarnošću (AR).

Očekuje se da će se upotreba dronova proširiti na nove formate, omogućujući još veću interaktivnost i inovaciju u stvaranju vizualnih sadržaja.

U konačnici, dronovi su dokazali svoj značaj u multimedijskoj produkciji, a njihova uloga nastavit će se razvijati i prilagođavati budućim tehnološkim trendovima i izazovima. Korištenje dronova u produkciji nudi velike mogućnosti, no zahtijeva odgovorno rukovanje i prilagodbu zakonodavnim i etičkim okvirima.

## 8. Literatura

- [1] Austin, R. (2010). *Unmanned Aircraft Systems: UAVs Design, Development and Deployment*. Wiley.
- [2] Perrin, J. (2019). *Filming with Drones: The Beginner's Guide to Capturing Aerial Images and Video*. Routledge.
- [3] Whitehead, K. (2016). *Aerial Photography and Videography Using Drones*. Peachpit Press.
- [4] Lange, N., & Lange, R. (2019). *Drones in Professional Film and Television Production: The Drone Production Handbook*. Focal Press.
- [5] FAA. (2016). *UAS Operations Guide*. Federal Aviation Administration.
- [6] Mellinger, D., & Kumar, V. (2012). *Minimum snap trajectory generation and control for quadrotors*. Proceedings of the 2011 IEEE International Conference on Robotics and Automation.
- [7] Mann, J. (2018). *The Drone Camera Handbook: A Complete Reference to the Best Drones, Gimbals, and Cameras for Aerial Videography and Photography*. Pixiq.
- [8] Eisenbeiß, H. (2009). *UAV Photogrammetry*. ETH Zurich.
- [9] Vaughan, A. (2017). *Drone Photography & Video Masterclass*. Independently Published.
- [10] Skarphéðinsson, S. (2020). *Drone Filming: Techniques and Tools for Stunning Cinematography*. CRC Press.
- [11] Caselitz, T., & Droschel, D. (2016). *Monocular Camera-Based Detection and Tracking of Moving Objects for UAVs*. International Conference on Robotics and Automation.
- [12] Koubaa, A., & Bennaceur, H. (2018). *Aerial Imaging and Sensing with Drones: Advanced Techniques and Applications*. Springer.
- [13] Johnson, S. (2019). *Advanced Drone Techniques for Commercial Videography*. Taylor & Francis.
- [14] Mitchell, P. (2017). *Marketing with Drones: New Techniques for the Modern Marketer*. Harvard Business Review Press.

- [15] Patel, M. (2021). "The Role of Drones in Modern Filmmaking." *Journal of Media and Film Studies*, 28(3), 45-58.
- [16] Attenborough, D. (2019). "Our Planet: Behind the Scenes." *Nature Filmmaking Journal*, 12(4), 23-35.
- [17] Matterport. (2020). "Revolutionizing Real Estate with Aerial Photography." *Real Estate Tech Review*, 15(2), 34-40.
- [18] Smith, A. (2018). "Drones in Wildlife Documentary Filmmaking." *Wildlife Filmmakers Journal*, 25(3), 34-45.
- [19] Anderson, M. (2020). *Drone Technology in Indie Filmmaking*. New Wave Media.
- [20] Jones, L. (2021). "The Evolution of GPS in Drone Navigation." *Tech Times*, 14(6), 67-78.
- [21] Mitchell, T. (2019). "Precision Filming: How Drones are Changing the Industry." *Film Production Review*, 32(4), 56-69.
- [22] Smith, K. (2021). "Artificial Intelligence and Drones: The Future of Automated Cinematography." *Journal of Advanced Cinematography*, 29(5), 87-101.
- [23] Patel, D. (2022). "Drones in Extreme Environments: Innovations in Filmmaking." *Advanced Cinematic Techniques*, 31(1), 45-60.

## 8. Popis slika

Slika 1- Povijesna vojna bespilotna letjelica iz 20. stoljeća.....	15
Slika 2 - DJI Phantom 4 Pro.....	17
Slika 3 - Parrot Disco .....	19
Slika 4 - Prikaz nadzora usjeva .....	19
Slika 5 - Quantum Systems Trinity F90+ .....	20
Slika 6 - Zenmuse X7.....	21
Slika 7 - DJI Mavic 3 .....	22
Slika 8 - Freefly Movi gimbal .....	23
Slika 9 - Grafički prikaz drona kako izbjegava prepreke uz pomoć senzora .	24
Slika 10 - DJI Inspire 2.....	25
Slika 11 - Prikaz mape zabranjenih zona letenja .....	28
Slika 12 - Skyfall .....	30
Slika 13 - Isječak iz dokumentarnog filma "Our Planet" .....	31
Slika 14 - Pejzaž .....	32
Slika 15 - Panorama snimljena dronom.....	33
Slika 16 - Fotografija Cityscapes at Dawn .....	33
Slika 17 - Prikaz planirane putanje leta .....	35
Slika 18 - FPV dron prati Formulu 1 .....	36
Slika 19 - Reklama za Porsche snimljena FPV dronom .....	37
Slika 20 - Reklama za Volvo .....	38
Slika 21 - ActiveTrack .....	39
Slika 22 - Waypoint navigation .....	40
Slika 23 - Isječak iz dokumentarnog filma "Planet Earth II" .....	42
Slika 24 - VR igra "The Climb" .....	42
Slika 25 - Upozorenje za jak vjetar .....	44
Slika 26 - Geo zone .....	50
Slika 27 - Kadar iz kratkog filma BREAK/BRAKE .....	54
Slika 28 - Kadar iz kratkog filma BREAK/BRAKE.....	54
Slika 29 - Kadar iz kratkog filma BREAK/BRAKE .....	54

## 9. Izvori slika

Slika 1 : <https://www.historyhit.com/when-were-the-first-military-drones-developed-and-what-role-did-they-serve/>

Slika 2 : <https://www.dpreview.com/news/6070706058/dji-launches-phantom-4-pro-v2-0-drone-with-ocusync-and-60-quieter-flight>

Slika 3 : <https://spectrum.ieee.org/parrot-disco-drone>

Slika 4 : <https://www.sphengineering.com/news/american-made-drone-use-for-powerline-inspections-and-topographical-surveys-with-ugcs-flight-planning-software>

Slika 5 : <https://drones.measurusa.com/products/trinity-f90>

Slika 6 : <https://www.dji.com/hr/zenmuse-x7>

Slika 7 : <https://www.dji.com/hr/mavic-3-pro>

Slika 8 : <https://freeflysystems.com/movi-pro>

Slika 9 : <https://www.autepilot.com/blogs/drone-technology/what-is-drone-obstacle-avoidance-system>

Slika 10 : <https://www.dji.com/hr/inspire-2>

Slika 11 : Screenshot DJI aplikacije

Slika 12 : <https://phys.org/news/2017-08-spectacular-images-efficient-algorithm.html>

Slika 13 : [https://www.youtube.com/watch?v=XmtXC\\_n6X6Q&t=1324s](https://www.youtube.com/watch?v=XmtXC_n6X6Q&t=1324s)

Slika 14 : Autorska fotografija

Slika 15 : Autorska fotografija

Slika 16 : <https://images.pexels.com/photos/9016590/pexels-photo-9016590.jpeg>

Slika 17 : <https://www.youtube.com/watch?v=m5WvcXp2dqU>

Slika 18 : [https://www.youtube.com/watch?v=9pEqyr\\_uT-k](https://www.youtube.com/watch?v=9pEqyr_uT-k)

Slika 19 : <https://www.youtube.com/watch?v=1U2aVQDbJ3o>

Slika 20 : <https://www.youtube.com/watch?v=m5WvcXp2dqU>

Slika 21 : <https://www.dji.com/hr/inspire-2>

Slika 22 : <https://www.youtube.com/watch?v=m5WvcXp2dqU>

Slika 23 : <https://www.youtube.com/watch?v=c8aFchFu8QM>

Slika 24 : <https://www.youtube.com/watch?v=0lCNrzeA1Q8>



Slika 25 : <https://dronexl.co/2022/05/11/mini-3-pro-wind-test-battery-full-load/>

Slika 26 : Screenshot DJI aplikacije

Slika 27 : Kadar iz kratkog filma BREAK/BRAKE

Slika 28 : Kadar iz kratkog filma BREAK/BRAKE

Slika 29 : Kadar iz kratkog filma BREAK/BRAKE