

# Dronovi

---

**Kanič, Marin**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2018**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **The Polytechnic of Rijeka / Veleučilište u Rijeci**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:125:903282>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-08-25**



*Repository / Repozitorij:*

[Polytechnic of Rijeka Digital Repository - DR PolyRi](#)



# **VELEUČILIŠTE U RIJECI**

Marin Kanič

## **DRONOVI**

(završni rad)

Rijeka, 2018.



# **VELEUČILIŠTE U RIJECI**

Poslovni odjel

Stručni studij Informatika

## **DRONOVI**

(završni rad)

MENTOR

Mr. sc. Jasminka Tomljanović

STUDENT

Marin Kanič

2422040999/13

Rijeka, rujan, 2018.

**VELEUČILIŠTE U RIJECI**  
Poslovni odjel

Rijeka, 03.04.2018.

## **ZADATAK** za završni rad

Pristupniku **MARINU KANIČU** matični broj 2422040999/13 studentu stručnog studija Informatika izdaje se zadatak za završni rad – tema završnog rada pod nazivom:

### **DRONOVI**

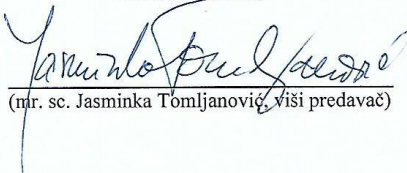
Sadržaj zadatka:

Definirati tipove dronova i njihove karakteristike. Prikazati i objasniti komponente dronova. Predstaviti popularne modele dronova: DelFly Explorer, Hubsan x4, Parrot AR.Drone i DJI Phantom. U praktičnom dijelu rada prikazati uporabu jednog drona.

Rad obraditi skladno odredbama Pravilnika o završnom radu Veleučilišta u Rijeci.

**Zadano: 03. 04. 2018.**

**Mentorica**

  
\_\_\_\_\_  
(mr. sc. Jasminka Tomljanović, viši predavač)

**Predati do: 15. 09. 2018.**

**Pročelnik odjela**

  
\_\_\_\_\_  
(mr. sc. Marino Golob, viši predavač)

**Zadatak primio dana: 03.04.2018.**

  
\_\_\_\_\_  
(Marin Kanič)

Dostavlja se:  
- mentoru  
- pristupniku

# IZJAVA

Izjavljujem da sam završni rad pod naslovom **Dronovi** izradio samostalno pod nadzorom i uz stručnu pomoć mentora mr.sc. Jasminke Tomljanović.

Marin Kanič

Handwritten signature of Marin Kanič in blue ink, written over a horizontal line.

(potpis studenta)

## Sažetak

U ovom radu su prikazane komponente dronova i njihove svrhe, te povijest dronova i neke od primjera uporaba današnjih dronova. Prikazani su popularno korišteni modeli dronova, njihova povijest razvoja i mogućnosti, a to su: DelFly Explorer, Hubsan X4, Parrot.AR i DJI Phantom. Ujedno je prikazan CX-40 dron, njegove specifikacije i metoda zamjene kamere.

Ključne riječi: dronovi, komponente dronova, uporaba dronova

# Sadržaj

<b>1. Uvod</b> .....	1
<b>2. Povijest</b> .....	2
<b>3. Komercijalna uporaba</b> .....	3
<b>4. Tipovi dronova i karakteristike</b> .....	4
4.1. Dronovi sa fiksnim krilima .....	4
4.2. Multirotor .....	4
4.3. Ostali tipovi .....	5
4.5. Autonomija.....	7
4.6. Izvori energije .....	7
<b>5. Komponente</b> .....	8
5.1. Sustav za komunikaciju.....	8
5.2. Tijelo .....	9
5.3. Motori/Upravljači brzine/Propeleri .....	11
5.4. Sustav za kontrolu leta .....	13
5.5. Baterija .....	14
<b>6. Popularno korišteni modeli</b> .....	15
6.1. DelFly Explorer.....	15
6.2. Hubsan x4.....	17
6.3. Parrot AR.Drone.....	19
6.4. DJI Phantom .....	22
<b>7. Upotreba drona</b> .....	24
7.1. Komponente .....	25
7.1.1. Trup .....	25
7.1.2. Sustav za kontrolu leta.....	26
7.1.3. Kamera.....	26
7.1.4. Daljinski upravljač.....	27
7.2. Zamjena kamere .....	29
<b>8. Zaključak</b> .....	34
Literatura.....	35
Popis slika.....	38
Popis kratica.....	40



# 1. Uvod

Bespilotne letjelice (engl. UAV, *Unmanned Aerial Vehicle*), najčešće poznate kao dronovi, su letjelice u kojima se ne nalazi pilot, odnosno njima se upravlja iz daleka, koristeći sustav za daljinsko upravljanje.

Dronovi su definirani kao letjelice koje ne sadržavaju pilota, imaju vlastiti pogon, koriste aerodinamičke sile za uzgon, mogu biti autonomni ili na daljinsko upravljanje, mogu se ponovno koristiti i mogu prenositi teret.

Prvo poglavlje ovog rada je *Povijest*, u kojem se objašnjava početak razvoja dronova, koja je bila svrha u prošlosti, te neki bitni dronovi koji su utjecali na razvoj današnjih dronova.

Drugo poglavlje *Komercijalna uporaba* pojašnjava uporabu dronova u komercijalne svrhe.

U poglavlju *Tipovi dronova i karakteristike* se pojašnjavaju tipovi dronova, koje prednosti i nedostatke ima svaki tip, te koje sve izvore energije dronovi mogu koristiti. Ujedno se pojašnjavaju autonomija i njezine razine.

Poglavlje *Komponente* pojašnjava sve dijelove koje imaju današnji *multirotor* dronovi, te može poslužiti kao pomoć u sastavljanju vlastitog drona.

U poglavlju *Popularno korišteni modeli* se prikazuju dronovi koji se često koriste, njihove mogućnosti i mala povijest razvoja svakog modela.

U poglavlju *Upotreba drona* se opisuje *CX-40* dron, njegove mogućnosti te proces zamjene kamere i korištenje.

Na kraju rada se nalazi *Zaključak* sa sažetkom informacija dobivenih u radu.

## 2. Povijest

Razvoj bespilotnih letjelica je počeo u prvoj sredini 20. stoljeća, a među prvim letjelicama su *Fairey Queen III*, razvijena tijekom 20-ih, te *De Havilland Queen Bee*, razvijena tijekom 30-ih godina, a obje su korištene kao meta za protuzračnu obranu. Njemačka je razvila svoje bespilotne letjelice tijekom 2. svjetskog rata, koje su isto korištene kao meta za protuzračnu obranu.[12]

*Ryan Firebee* je prva bespilotna letjelica na mlazni pogon, nastala 1951. godine, te iz nje proizlazi vrlo uspješna linija koja je još uvijek u uporabi, prvenstveno kao meta za gađanje, ali neki modeli su se koristili za izviđanje tijekom Rata u Vijetnamu, te za ometanje radara tijekom rata u Iraku 2003. godine.[12]

Izrael je izgubio dosta lovačkih aviona tijekom *Yom-Kippur* rata 1973. godine, zbog Egipatske i Sirijske protuzračne obrane koje su imale Sovjetske rakete, te je Izraelska tvrtka *Tadiran Electronic Industries* razvila *Tadiran Mastiff* 1973. godine, prvi dron koji je mogao emitirati video snimke uživo, zbog čega se smatra prvim pravim izviđačkim dronom.[12]

Minijaturizacija tehnologije tijekom 80-ih i 90-ih godina je potaknula daljnji razvoj dronova, poput *RQ2 Pioneer* koji je sudjelovao 1991. u Zaljevskom ratu, te *General Atomic MQ-1 Predator*, koji je u stanju nositi naoružanje.[12]

U 2013. 50 zemalja je koristilo dronove. Kina, Iran i Izrael su napravili svoje verzije, a nedavno je i Pakistanska tvrtka *NESCOM* predstavila svoj dron *Burraq*, kojeg prvenstveno koristi Pakistansko ratno zrakoplovstvo.[12]

### 3. Komercijalna uporaba

Danas su nevojni dronovi jeftini i lako nabavljivi, pa ih stoga kompanije različitih veličina, ali i individualne osobe, koriste kako bi ostvarile svoje ciljeve.

Koriste se za stvaranje filmova, novinarstvo i fotografiranje, kao npr. Zimske Olimpijske igre 2014. godine, gdje su se koristili za snimanje skijaških i *snowboarding* sportova. U novinarstvu može poslužiti kao sredstvo za prikupljanje informacija i prijenos uživo. Pogodni su za stvaranje fotografija koje se ne mogu stvoriti iz helikoptera niti sa zemlje. [1]

Druga popularna uporaba je dostava. Dronovi mogu dostaviti manje pakete, hranu, piće, lijekove i sl. na kratke udaljenosti. *Amazon* je jedna od najpoznatijih firma koja koristi dronove za dostavu. Njihov *Amazon Prime Air* koncept je dio cilja stvaranja flote bespilotnih letjelica koje bi dostavljale pakete kupcima unutar 30 minuta. Firma tijekom godina podnijela dva patenta na tom području. Prvi patent koji su ostvarili je samouništenje drona u slučaju nužde u zraku, kako bi se spriječilo ranjavanje ljudi i stvaranje materijalne štete, a funkcionira tako da se aktivira sustav za fragmentaciju koji rastavi dron na dijelove. Drugi patent je mogućnost raspoznavanja ljudskih gesta. Ovisno u ljudskim gestama (mahanje rukama, vikanje, palac gore), dron će se prilagoditi, odnosno ispustiti će paket, promijeniti kurs kako bi se izbjegla nesreća ili će otkazati dostavu. [6, 11]

Dronovi se mogu koristiti u slučaju katastrofa. Mogu brzo prikupiti informacije, kretati se u prostorima premalim za ljude, te mogu čak i prenijeti teret unesrećenima. Opremljeni sa kamerama visoke definicije, mogu snimiti situaciju na visini na kojoj je preopasno ili nepotrebno korištenje helikoptera. Pogodni su za traganje osoba po noći ili na teškom terenu zbog lakoće korištenja, pogotovo ako imaju termalne senzore. [1]

U poljoprivredi mogu poslužiti za pregled usjeva ogromnih polja, čime se štedi vrijeme i novac. Poljoprivrednici dronovima opremljenim infracrvenim sensorima mogu provjeravati stanje usjeva te na vrijeme pravilno reagirati. [1]

## 4. Tipovi dronova i karakteristike

### 4.1. Dronovi sa fiksnim krilima

Ovakvi dronovi su bazirani na avionima koji imaju krila kombinirana sa pogonom prema naprijed kako bi se stvorio uzgon. Prednosti takvih dronova su velik domet i brzina. Primjer takvog drona je *Raven*, razvijen 2002. godine, širok 1,4 metra i težak 2 kg, može ostati u zraku otprilike 60 minuta i ima domet od 10 km, a koristi se prvenstveno za nadzor.[4]

*Slika 1.: Predator dron*



*Izvor: [https://en.wikipedia.org/wiki/General\\_Atomics\\_MQ-1\\_Predator](https://en.wikipedia.org/wiki/General_Atomics_MQ-1_Predator)*

### 4.2. Multirotor

*Multirotor* dronovi su tip drona koji imaju više rotora koji služe za stvaranje uzgona. Za razliku od helikoptera koji imaju 1 ili 2 rotora, dronovi imaju gotovo uvijek 3 ili više rotora, potrebnih za stabilnost. U odnosu na dronove sa fiksnim krilima, multirotor mogu vertikalno sletjeti i uzletjeti, manje su bučni i mogu lebdjeti.[4]

*Slika 2.: Parrot Bebop 2 multirotor*



*Izvor: <https://www.parrot.com/us/drones/parrot-bebop-2>*

### 4.3. Ostali tipovi

Postoje dronovi koji nisu ni multirotori ni sa fiksnim krilima. Ponekad zato što nemaju karakteristike nijednog tipa, a ponekad su hibridi rotora i krila. Primjer hibrida bi bio *Hybrid Quadroter*, od firme *Latitude Engineering*, koji ima ima 4 rotora za vertikalno slijetanje i uzletanje, te propeler za let.[3, 4]

*Slika 3:Hybrid Quadroter*



Izvor: <https://gizmodo.com/this-hybrid-quadcopter-drone-can-take-off-and-land-vert-1177032394>

Dronovi koji ne sadrže karakteristike nijednog tipa mogu biti mahokrilci (engl. *ornithopter*) koji stvaraju uzgon mahanjem krila, ili na mlazni pogon, poput američkog *T-Hawk*-a. [4, 15]

Slika 4.: *T-Hawk*



Izvor: [https://en.wikipedia.org/wiki/Honeywell\\_RQ-16\\_T-Hawk](https://en.wikipedia.org/wiki/Honeywell_RQ-16_T-Hawk)

## 4.5. Autonomija

Dronovi uvijek imaju određenu razinu autonomije, zbog nedostatka pilota. Tu je bitno znati razliku između autonomije i automatike. Automatika je već isprogramiran sustav koji može izvršiti preprogramiran zadatak sam od sebe, poput automatske stabilizacije usred leta. Autonomija, s druge strane, je skup pravila koji mogu pomoći donijeti odluke u nepredviđenim situacijama. Odjel za obranu SAD-a razlikuje 4 razine autonomije. Prva razina je sustav kojim isključivo čovjek kontrolira, odnosno nema sustav autonomnu kontrolu. Na drugoj razini čovjek daje naredbe, a dron ih izvršava bez daljnjeg ljudskog utjecaja, npr. kontrole nad motorima. Treća razina je sustav kojeg čovjek nadgleda. Takvi sustavi izvršavaju zadatke kad im ljudi daju određena dopuštenja i smjernice. Pritom i sustav i osoba koja ga nadgleda mogu pokrenuti akcije s obzirom na informacije koje dobiju, s time da je sustav ograničen na akcije vezane za zadatak. Posljednja razina autonomije podrazumijeva potpunu autonomiju. Takav sustav primi naredbe i prevede ih u specifične zadatke bez daljnjeg ljudskog miješanja, s time da se čovjek uvijek može umješati u zadatke u slučaju nužde.[4]

## 4.6. Izvori energije

Postoje 4 izvora energije za dronove: tradicionalno avionsko gorivo, baterije, gorive ćelije i solarna energija. Avionsko gorivo(kerozin) se prvenstveno koristi za velike dronove sa fiksnim krilima, poput američkog *Predator* drona.[4]

Dronovi na baterije su najčešće viđeni dronovi. Imaju kratak dolet i vrijeme leta za razliku od onih koji koriste kerozin. Praktičniji su zbog baterije, pa se zato koriste u rekreacijske svrhe, a primjer takvog drona je Kineski *Phantom*. [4]

Goriva ćelija je elektromehanički uređaj koji pretvara kemijsku energiju goriva direktno u električnu energiju, a zato što pritom nema konverzije u termalnu i mehaničku energiju, cijeli sustav je efikasan i ekološki čist. No takav izvor energije je rijedak kod dronova zbog velike mase; samo dronovi sa fiksnim krilima ga koriste. Prednost korištenja ćelija je to što dronovi mogu letjeti duže u odnosu na baterije, kao npr. *Stalker* koji može ostati u zraku 8 sati.[4]

Dronovi sa solarnim ćelijama su isto rijetki. Zbog niske učinkovitosti, ćelije su pogodne za multirotor dronove. Facebook i Google su se nagodili sa proizvođačima takvih

dronova, sa ciljem kreiranja flote koja je stalno u zraku i pruža Internet usluge lako i naveliko.[4]

## 5. Komponente

Dronovi se malo razlikuju od konvencionalnih letjelica, odnosno dijele većinu komponenti. Razlika između dronova i letjelica sa posadom je to što dronovi nemaju kokpit, sustave za održavanje života i sustave za kontrolu okoliša. Sustavi za upravljanje su isto različiti; dronovi imaju kamere i *video link* te se kontroliraju preko sustava na daljinsko upravljanje. Autopilot može biti prisutan i u dronovima i u letjelicama sa posadom.[12]

### 5.1. Sustav za komunikaciju

Veličina i kompleksnost drona određuje kakav sustav je najpovoljniji: za malene dronove je dovoljan odašiljač koji se može držati u ruci, ali za velike dronove, koji mogu preletjeti po nekoliko desetaka kilometara, pogodnije je imati dobro opremljenu stanicu za kontrolu na velike udaljenosti.[2]

Najpopularniji sustav je sustav za upravljanjem putem radio signala, a sastoji se od odašiljača i primatelja. Pritom svaki dron treba barem četiri kanala: nagib naprijed-nazad, elevacija(bliže tlu-dalje od tla), rotacija u smjeru kazaljke na satu i obrnuto, te kretanje lijevo-desno. Sustav može imati dodatne kanale, npr. paljenje/gašenje motora, kontrola gimbala, postavljanje metode leta(akrobatski let, stabilni let i slično) i aktivacija tereta, padobrana i drugih uređaja.[10]

Dronom se može upravljati i putem pametnih telefona i tableta. Pritom se koristi Wi-Fi i Bluetooth tehnologija i aplikacija koja omogućuje upravljanje dronom. Dron kreira svoj Wi-Fi signal na koji se upravljački uređaj spoji.[10]

*Slika 5.:Hitec sustav na daljinsko upravljanje*





Izvor: <https://www.robotshop.com/blog/en/how-to-make-a-drone-uav-lesson-4-flight-controller-15191>

## 5.2. Tijelo

Tijelo je jako važan dio bilo koje letjelice zato jer mora biti dovoljno lagano za let i dovoljno čvrsto za sve komponente i da izdrži manje udarce. Veliki dronovi najčešće imaju oblik aviona: izduženo tijelo sa krilima za uzgon i izvorom pogona (uglavnom propeler) usmjerenim prema nazad. Manji dronovi imaju malo tijelo sa nekoliko ruka na kojima se nalaze motori spojeni na rotore. [8, 10]

*Tricopter* je najjednostavniji i najjeftiniji dron koji postoji. Ima tri ruke pod kutom od 120°, na svakoj po jedan motor. Takva konfiguracija nije simetrična, te zbog toga motor na stražnjoj ruci mora biti snažniji od druga 2. Ovakvi dronovi uglavnom ne podržavaju autopilote. [10]

Slika 6.: *Trirotor*



Izvor: <https://www.robotshop.com/blog/en/make-uav-lesson-2-platform-14448>

*Quadcopter* ima četiri ruke, te je najpopularniji oblik drona. Njega je najlakše napraviti i podržava svaki oblik sistema za kontrolu leta. Nedostatak je u tomu što kod većine takvih dronova, ako jedan motor otkáže, dron će se srušiti. [10]

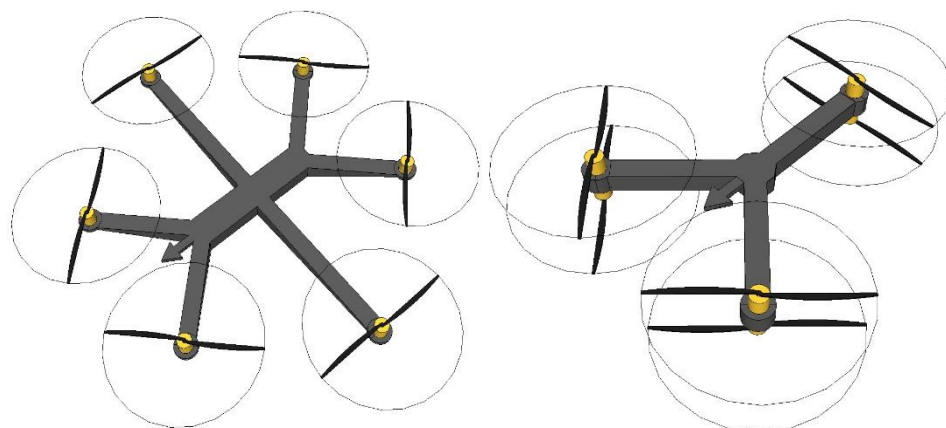
*Slika 7.: Quadcopter*



*Izvor: <https://www.robotshop.com/blog/en/make-uav-lesson-2-platform-14448>*

*Hexacopter* dolazi u dva oblika: ili ima šest ruka i na svakoj jedan motor, ili ima tri ruke i na svakoj po dva motora i rotora, jedan na gornjoj strani i jedan na donjoj, te se zove Y6 konfiguracija. Prednosti su veća nosivost, jer ima više motora, i ako otkáže jedan, dron se neće srušiti, a nedostatak je cijena.[10]

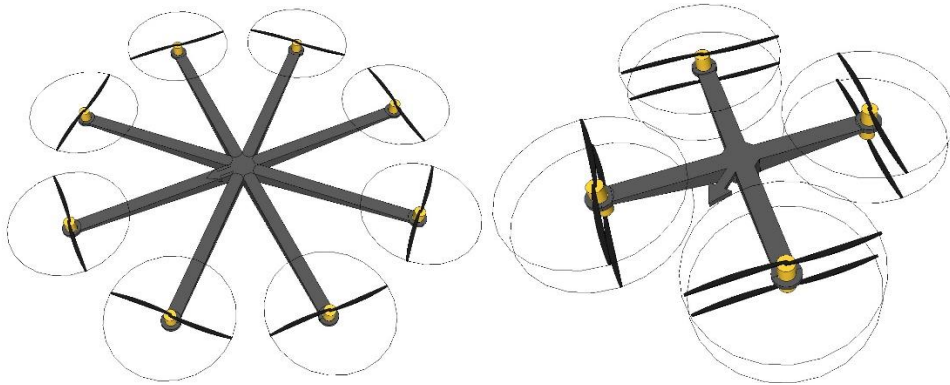
*Slika 8.: Lijevo-Hexacopter, desno-Y6*



*Izvor: <https://www.robotshop.com/blog/en/make-uav-lesson-2-platform-14448>*

*Octocopter* isto dolazi u dva oblika: ili ima osam ruka sa po jednim motorom, ili ima četiri ruke sa po dva motora, jedan na gornjoj strani i drugi na donjoj, odnosno X8 *Octocopter*. Ima iste prednosti(nosivost, i let sa jednim pokvarenim motorom) i nedostatke(cijena) kao i *Hexacopter*. [10]

Slika 9.:Lijevo-*Octocopter*, desno-X8



Izvor: <https://www.robotshop.com/blog/en/make-uav-lesson-2-platform-14448>

### 5.3. Motori/Upravljači brzine/Propeleri

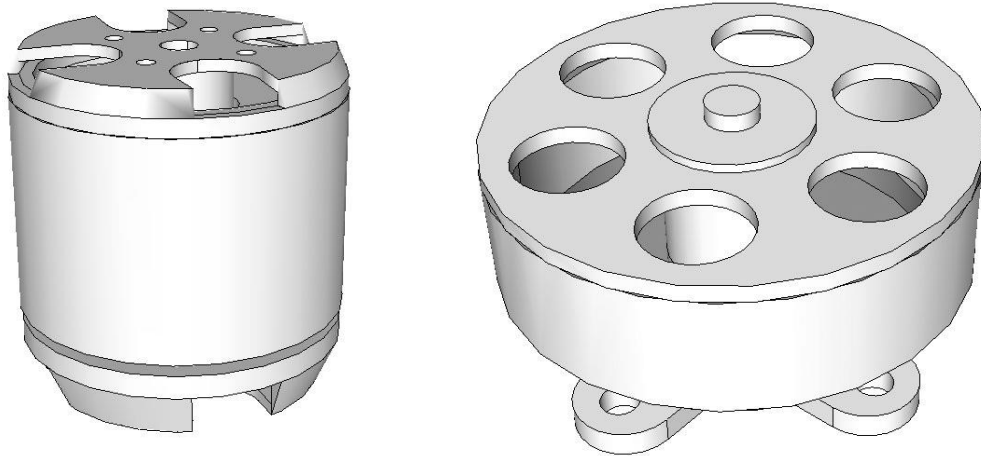
Odabir motora ima veliki utjecaj na dužinu leta i maksimalnu nosivost drona. Pritom veliki dronovi imaju konvencionalne motore na unutarnje izgranje, a manji imaju električne spojene na istosmjernu struju. Preporučljivo je da dronovi imaju isti model električnog motora, no unatoč tomu mogu imati različite brzine, za što je potreban sustav za kontrolu leta.[10]

Postoje dva bitna faktora koja je preporučljivo uzeti u obzir kod kupnje motora:  $K_v$ , odnosno konstanta brzine motora koja je jednaka broju okretaja u minuti po voltu. Drugi faktor je potisak; na ukupnu snagu potiska utječu motori i rotor skupa, a mora biti veći od mase drona sa teretom. Ako npr. dron ima potisak od 4 kg, a ima masu od 4 kg, imati će poteškoća sa uzlijetanjem i letom.[10]

Postoje dvije varijante električnih motora. Motori sa četkicama(engl. *Brushed motors*) se sastoje od kućišta u kojoj je jedna zavojnica koja se vrti oko svoje osi, dok su s vanjske strane fiksni magneti, a uglavnom se koriste kod malih dronova veličine dlana. Motori bez četkica(engl. *Brushless motors*) rade obratno, s vanjske ili unutarnje strane kućišta se nalaze fiksne zavojnice, a magneti se vrte oko svoje osi. Najčešći *brushless* motori su „palačinka“

motori, koji imaju veći dijametar i „spljošten“ oblik, čime omogućuju veći okretni moment i manji  $K_V$ . [10]

*Slika 10.:Lijevo-motor bez četkica. Desno-„palačinka“ motor*



*Izvor: <https://www.robotshop.com/blog/en/make-uav-lesson-3-propulsion-14785>*

Elektronički upravljač brzine je komponenta koja pomaže sustavu za kontrolu leta da nadzire svaki motor posebno i daje pravilnu količinu napona, čime se održava stabilnost tijekom leta. [8, 10]

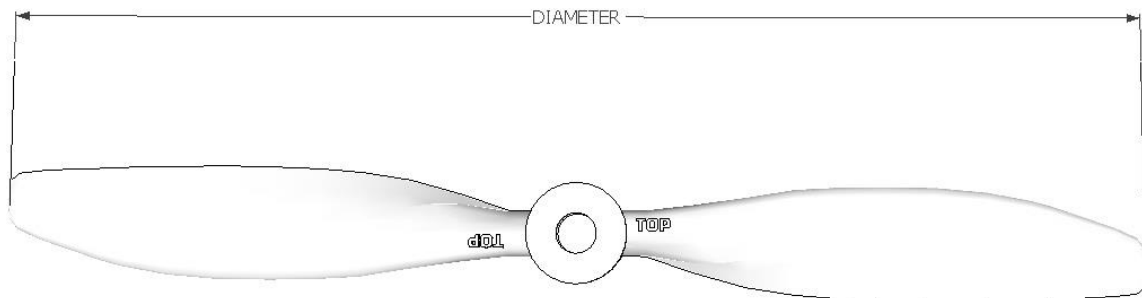
Propeleri za dronove sa više rotora su bazirani na propelerima koji se koriste u avionima na daljinsko upravljanje. Ne koriste se rotori bazirani na helikopterskim rotorima zato jer kod takvih rotora se mora malinupulirati nagibom rotora, čime se povećava mehanička složenost drona. [8, 10]

Većina dronova ima dvije ili tri lopatice rotora, najčešće dvije. Dodavanjem lopatica ne znači automatsko povećanje potiska, jer lopatice radom guraju zrak prema dolje, ostavljajući manju gustoću zraka za svaku sljedeću lopaticu, koja prođe kroz istu zonu. Dijametar rotora bitno utječe na dron. Rotori sa malim dijametrom imaju malu inerciju, odnosno lakše ubrzavaju i usporavaju, što je pogodno za akrobatski let. Veći dijametar znači teže ubrzavanje i usporavanje, ali takvi rotori mogu stvoriti veći potisak na okretajima manjim za razliku od rotora sa manjim dijametrom, čime se povećava nosivost drona. [8, 10]

Propeleri mogu biti plastični, drveni, ili polimeri ojačani vlaknima (engl. *carbon fiber*). Plastični su najpopularniji radi cijene i prihvatljive izdržljivosti, no i u manjim nesrećama se

lako može otkinuti jedan. Drveni su skuplji od plastičnih, ali su čvršći i ne savijaju se. Polimer propeleri su teže za proizvoditi, te su stoga najskuplji, ali su u slučaju nesreće teško da će se razbiti ili saviti, odnosno nanijeti će više štete objektu s kojim dođe u kontakt.[8, 10]

Slika 11.: Propeler sa dvije lopatice, gornja strana



Izvor: <https://www.robotshop.com/blog/en/make-uav-lesson-3-propulsion-14785>

#### 5.4. Sustav za kontrolu leta

„Mozak“ drona, služi za stabilizaciju i sinkronizaciju motora, čak i u slučaju da motori imaju različitou snagu potiska. Ova komponenta ima barem žiroskop koji mjeri brzinu promjene kuta.[10]

Osim žiroskopa, može sadržavati akcelerator, koji mjeri linearnu akceleraciju u maksimalno tri smjera, a najčešće se koristi gravitacija kao mjerna jedinica, odnosno  $9,82 \text{ m/s}^2$ . Prednost akceleratora je to što može bilježiti gravitacijsku silu, odnosno zna u kojem je smjeru „dolje“, što olakšava dronu da ostane stabilan u letu.[10]

Dron može sadržavati i GPS, kojim se povezuje sa satelitima u orbiti kako bi ustvrdio svoju lokaciju. Dronovi s takvim sustavom gotovo uvijek imaju kompas, kako bi ustvrdili u kojem smjeru gledaj s obzirom na sjever, te mogu još i imati barometar, koji služi za mjerenje visine, zato jer s povećanjem nadmorske visine pada tlak zraka.[10]

Dron može i imati senzore za mjerenje udaljenosti, zato jer GPS i barometar ne mogu precizno odrediti visinu, niti ne mogu „vidjeti“ objekte s kojima se dron može sudariti. Takvi senzori su bazirani na ultrazvučnoj, laserskoj ili *LiDAR* tehnologiji, ali ih malo sustava za kontrolu leta sadržava.[10]

Ovakvi sustavi povezuju sve dijelove drona, te postoje modeli od *Arduino* sustava kojeg korisnik može programirati, pa sve do skupljih autopilotskih sistema.[10]

Slika 12.:Quadriino Nano sustav za kontrolu leta



Izvor: <https://www.robotshop.com/blog/en/how-to-make-a-drone-uav-lesson-4-flight-controller-15191>

## 5.5. Baterija

Većina današnjih baterija su litijske baterije, koje lakše i imaju veći kapacitet u odnosu na Nikal baterije i Olovno-kiselinske baterije. Takve baterije su ujedno i skuplje, te mogu biti opasne ako se oštete(sadrže kobalt).

Kapacitet baterije mora odgovarati motorima, a mjeri se Amperima po satu(Ah), čime se može izračunati koliko će dugo trajati let. Prosječan dron u pravilu može letjeti 10 do 20 minuta sa baterijom koja ima 2-3 ampera po satu.

Baterija je najteža komponenta drona, te se povećanjem kapaciteta povećava ujedno i masa, a najčešće je postavljena u centru drona, kako bi motori mogli jednako dijeliti masu. Baterije se ne montiraju na dronove, jer u slučaju da ju probije vijak, može nastati vatra, nego se najčešće pričvrste uz pomoć čičak trake.[8, 10]

Slika 13.:Litij-polimer baterija od 11.1 V i 3500 mAh



Izvor: <https://www.robotshop.com/en/111v-3500mah-30c-lipo-battery.html>

## 6. Popularno korišteni modeli

Dronovi se razvijaju brzo i postoje mnogi modeli zbog sve popularnije tehnologije. Zbog toga je nemoguće opisati svaki model koji postoji. Umjesto toga će se opisati modeli koji se često pojavljuju i koji su dostupni vlastima, industriji i individualnim osobama.

### 6.1. DelFly Explorer

*DelFly* je mahokrilac koji leti kao vilin konjic razvijen u *Delft* Sveučilištu za tehnologiju u Nizozemskoj. Projekt je počeo 2005. kao vježba za grupu studenata na odjelu za zračno inženjstvo. Dizajn krila je došao od *Wageningen* sveučilišta, sustav na daljinsko upravljanje i mikro kamera od *Ruijsink Dynamic Engineering* i obrada videa u stvarnom vremenu od *TU Delft*. Rezultat je bio *DelFly I*, mikrodron sa rasponom krila od 50 cm i masom od 21 g. Mogao je brzo letjeti i lebdjeti sa sporim kretanjem naprijed te je davao stabilne slike.[13]

*DelFly II* je razvijen 2007., imao je raspon krila od 28 cm i masu od 16 g te je kao opremi imao kameru. Ova verzija nije samo manja, nego je i mogla ostvariti brzinu od 7 m/s prema naprijed i 1 m/s unatrag. Za razliku od *DelFly I*, *DelFly II* mogao vertikalno sletjeti i uzletjeti, a mogao je letjeti 15 minuta.[13]

*DelFly Micro* je razvijen 2008., a imao je raspon krila od 10 cm i masu od 3 g te kameru, i zbog toga je bio u Guinness-ovoj knjizi rekorda za najmanji dron sa kamerom 2009. godine.[13]

*Explorer* verzija se pojavila 2013. i sadržava sistem koji omogućuje autonomno izbjegavanje prepreka čak i u nepoznatom okruženju.[9, 13]



*Slika 14.:DelFly Explorer*



*Izvor: <http://robohub.org/wp-content/uploads/2013/12/DelFlyExplorerInFlight.jpg>*

## 6.2. Hubsan x4

Hubsan x4 je serija malenih multirotor dronova razvijenih u kineskoj kompaniji Hubsan. Imaju jednostavan dizajn, zbog čega su popularna i jeftina alternativa naprednijim dronovima, a neki modeli imaju ugrađene kamere za fotografiranje i snimanje.[16]

Prvi model je bio *H107*, te su na njemu bazirani svi ostali modeli. Ima 4 propelera i Li-Po bateriju, te je bio jeftin u odnosu na alternative, zbog čega je bio privlačan amaterima. No nije imao LED, kameru, lako se mogao razbiti te ga je čak i lagan vjetar mogao odnijeti.[16]

Druga varijanta je bila *H107L*, koja je imala LED na svakom kraju ruke (zbog čega je imala „L“ oznaku), čime je pilot znao smjer drona. Osim LED, dron je imao kraće lopatice propelera za veću stabilnost tijekom leta.[16]

*H107C* je bio prvi model *Hubsan* drona sa kamerom, koja je snimala u 720p rezoluciji na memorijsku karticu. „Plus“ verzija ovog modela je imala mogućnost automatskog održavanja visine leta, te je imala vijke na donjim dijelovima ruka kako bi se spriječilo njihovo otvaranje tijekom leta; problem s kojim su se prijašnji modeli često suočavali. *H107C* je pri puštanju u javnost bio poznat kao najmanji dron sa kamerom.[16]

*H107D* je imao istu *720p* kameru kao i prijašnji model, no njegova kamera je omogućila prikaz slike u stvarnom vremenu na ekranu daljinskog upravljača.[16]

*H109* je bio opremljen sa motorima bez četkica i većim odašiljačem, te je mogao letjeti 20 minuta, što je bilo skoro triput duže od prijašnjih modela. *H109S* je imao *1080p* kameru, GPS sa funkcijom vraćanja do određene točke, stabilizatorom leta i kompasom. *H109S* dolazi u tri verzije: standardna verzija uključuje svu gore navedenu opremu i padobran. Druga verzija je ista kao i standardna, samo što ima nadograđen odašiljač. Treća verzija, koja je najskuplja, ima *Hubsan H7000* pametni odašiljač sa 7-inčnim ekranom i *Android OS*, te kamerom montiranom na 3-osnom gimbalu.[16]

*H111*, predstavljen kao *Q4 Nano*, je najmanji model *Hubsan* drona, a dugačak je 45mm (bez propelera) i ima masu od 11.5 grama. U odnosu na prijašnje modele ima samo LED, odnosno nema kameru, automatsko održavanje visine zaštitu za propelere, te može letjeti samo 5 minuta(baterija se puni 40 minuta i ne može ju se izvaditi). *H111 FPV* verzija ima iste dimenzije, no ima kameru koja omogućuje prikaz slike u stvarnom vremenu na ekranu daljinskog upravljača i bateriju od 180 mAh(standardna *H111* verzija ima od 100 mAh).[16]

*H501* dolazi u dvije verzije: *H501S* može letjeti 20 minuta, ima kameru koja emitira sliku u stvarnom vremenu, funkciju vraćanja do određene točke i funkciju praćenja pilota. *H501A* ima iste mogućnosti kao i *S* verzija, te uz to ima doomet od 300 metara, zaštitu od slabe baterije i gubitka kontrole, kameru sa rezolucijom od *1920x1080p* i funkciju automatskog uzlijetanja.[16]

*H502* isto dolazi u dvije verzije, *H502E* i *H502S*, s time da su bazirane na *H501S*, samo manjih dimenzija. Obje verzije mogu letjeti do 12 minuta, imaju bateriju od 610 mAh, GPS, automatsko održavanje visine, kameru od *720p* i funkciju vraćanja do određene točke. Razlika je u tomu što *H502S* emitira sliku u stvarnom vremenu.[16]

*Slika 15.:Hubsan x4 H501 model*



*Izvor: [https://www.hobbygo.com.au/2655-thickbox\\_default/hubsan-x4-air-h501a.jpg](https://www.hobbygo.com.au/2655-thickbox_default/hubsan-x4-air-h501a.jpg)*

### 6.3. Parrot AR.Drone

*Parrot AR.Drone* je multirotor dron kojeg proizvodi francuska kompanija *Parrot*, a dizajniran je tako da se može upravljati putem podržanih aplikacija za iOS i Android mobitele i tablete, ili putem neslužbenih aplikacija za Windows Phone, Samsung BADA i Symbian uređaje.[17]

Verzija 1.0 je predstavljena 2010. u Las Vegas-u na *International CES*, gdje se usput i demonstrirala iOS aplikacija za upravljanje. Osim AR.Drone aplikacije, predstavljena je i AR.Race, koji omogućuje korisnicima sudjelovanje u igrama i simulacijama.[17]

Konstrukcija je građena od najlona i ugljičnih vlakana te ima dijagonalnu dužinu od 57 cm, a uz nju dolaze razmjenjivi trupovi: jedan za let u otvorenom prostoru, jedan za let u zatvorenom. Trup za zatvoren prostor je napravljen od EPP pjene i ima branike oko rotora za zaštitu. Trup za otvoren prostor je napravljen od lake plastike za veću okretnost.[17]

Unutar konstrukcije se nalaze senzori koji pomažu kontroliranju leta, čime se pojednostavljuje sučelje za pilote. Senzori uključuju ultrazvučni visinomjer, koji daje

vertikalnu stabilizaciju do 6m. Za komunikaciju sa pilotom se koristi računalo koje ima *Linux* operativni sustav, a ostvaruje komunikaciju tako da stvori svoj Wi-Fi *hotspot* u skladu sa 802.11b/g standardom. Dron je opremljen sa dvije kamere: prednja kamera koja je *QVGA* senzor sa  $93^\circ$  lećom i vertikalna kamera sa  $64^\circ$  lećom i snimanjem do 60 slika u sekundi.[17]

Kao pogon se koriste motori be četkica sa snagom od 15 W, a kao izvor energije se koristi Li-Po baterija od 11.1 V, te zbog toga dron može letjeti do 12 minuta brzinom od 5 m/s (18 km/h). [17]

Verzija 2.0 je predstavljena 2012., a ona je donijela poboljšanja funkcionalnosti. Prednjoj kameri je poboljšana kvaliteta slika na 720p, te su mnogi senzori postali osjetljiviji kako bi se ostvarila bolja kontrola. Visinomjer je ojačan senzorom za mjerenje tlaka zraka, čime su let i lebdenje na mjestu postali stabilniji. Računalo je isto poboljšano te je ažurirano na noviji 802.11n Wi-Fi standard. Osim toga poboljšani su žiroskop, mjerac akceleracije i magnetometar.

Dron je 2013. dobio *Flight Recorder* dodatak, koji daje 4 gigabajta memorije, zajedno sa GPS praćenjem i pamćenjem leta. Flight Recorder omogućuje pilotima da odrede skup točaka do kojih će dron letjeti. Mogućnosti dodatka se mogu upravljati putem mobitela i desktop aplikacija, a uključuje „*Director mode*“ i „*Rescue mode*“. Usput je dizajnirana baterija koji omogućuje 50% duži let.[17]

Za dron su dostupne 4 aplikacije. *AR.Drone* (prije poznata kao *AR.Freeflight*) nudi sve pilotske funkcije za dron, te mogućnost stvaranja fotografija i snimanja videa. Predstavljena je 2010. zajedno sa prvom verzijom drona za iOS uređaje, a kontrolirala je dronom tako da su piloti nagibali svoje mobitele, odnosno mjerac akceleracije bi registrirao pokrete koji bi se preveli u naredbe. Novije verzije prikazuju *joystick* na ekranu za upravljanje, te omogućuju pilotima da izvode akrobatske pokrete, igraju igre, ili ažuriraju dronov *firmware*. Aplikacija je dostupna na Google trgovini, gdje još uvijek ima ime *AR.Freeflight*. [17]

Druga aplikacija je *AR.Race 2*, koja je za više igrača, a omogućuje da se stvore startna i krajnja linija uz pomoć „mete“ koja dođe uz dron. Dron će registrirati kad prijeđe te linije, te će mjeriti vrijeme potrebno da ih prijeđe. Aplikacija omogućuje da se pozovu ostali takvi dronovi, a rezultati završavaju na listi rezultata.[17]

Treća aplikacija *AR.Rescue 2* je isto igra koja omogućuje pilotu da, koristeći „metu“, napravi 3D okruženje, sa ciljem izgradnje rakete. Pritom se koriste objekti u okruženju koje

dronov *software* odredi kao dijelove rakete, te se generiraju „neprijatelji“ protiv kojih se mora boriti. Dron ujedno mjeri vrijeme potrebno da napravi zadatak.[17]

Četvrta aplikacija se zove *AR.Hunter*, u kojoj pilot drona mora napasti ljudsku metu. Pilot i meta moraju imati aplikaciju na iOS uređajima, a nju meta koristi kao oružje protiv drona. Pritom meta mora nositi specijalnu kapu, koju se može kupiti zasebno, kako bi ju dron prepoznao.[17]

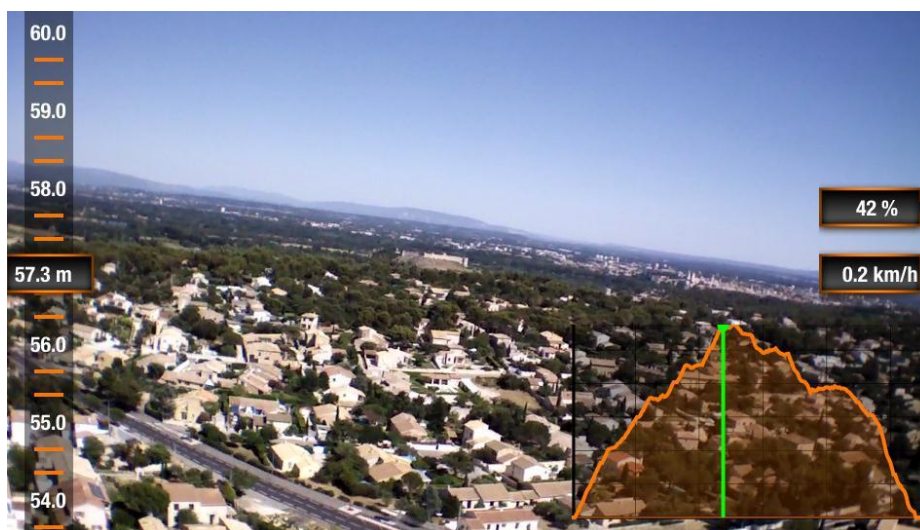
*Parrot* je ujedno pokrenuo *AR.Drone* otvorenu platformu, kao pomoć za razvoj aplikacija treći stranaka. Radi toga i dostupne opreme, *AR.Drone* je popularan alat za razvoj i obrazovanje.[17]

*Slika 16.:Lijevo-AR.Drone sa trupom za zatvoren prostor. Desno-AR.Drone za otvoren prostor*



Izvor: [https://en.wikipedia.org/wiki/Parrot\\_AR.Drone](https://en.wikipedia.org/wiki/Parrot_AR.Drone)

*Slika 17.: Sučelje aplikacije AR.Drone*



Izvor: [https://en.wikipedia.org/wiki/Parrot\\_AR.Drone](https://en.wikipedia.org/wiki/Parrot_AR.Drone)

## 6.4. DJI Phantom

*Phantom* je serija dronova kojih proizvodi kineska kompanija DJI(*Dà-Jiāng Innovations*), a služe za komercijalnu i amatersku upotrebu. Dron je jako popularan za hobije zbog lakoće korištenja i izgleda prijateljskog prema korisnicima.[18]

Prva verzija je predstavljena javnosti u siječnju 2013., a imao je dva načina kontrole leta, jedan od njih držanje pozicije. Imao je domet do 1 km i vrijeme leta 10-15 minuta. Nije imao ugrađenu kameru, nego se morala kupiti Go-Pro kamera zasebno, s time da nije imao gimbal stabilizator(koji bi držao kameru na mjestu bez obzira na smjer i brzinu vjetera), zbog čega je bilo teško držati kameru stabilnom tijekom leta. Bio je opremljen *Naza-M* softverom, koji je omogućavao pilotu da isprogramira slijed koraka, a samo se trebalo preuzeti softver sa Interneta i spojiti dron USB kabelom. Softver je ujedno vraćao dron na početno mjesto u slučaju da je izvan dometa odašiljača ili u slučaju da odašiljač isprazni bateriju.[7, 18]

Druga verzija je predstavljena u prosincu 2013., a imao je veći domet, vrijeme leta, kompatibilnost sa pametnim mobitelima i tabletima (Android i iOS) te čak i kompatibilnost sa nekim pametnim naočalima. Došao je u tri varijante: *Vision*, *Vision+* i *FC40*. *Vision+* je najpoznatiji model druge generacije, a imao je već postavljenu kameru na gimbalu koji je omogućavao okretanje u 3 smjera, što se moglo upravljati pomoću mobilnog uređaja putem Wi-Fi. Uz pomoć aplikacije, koja se mogla preuzeti sa *Apple Appstore* ili *Google Store* na mobilni uređaj, pilot je mogao vidjeti snimku sa kamere uživo i čak ju uživo prenositi na *Youtube*. [7, 18]

Treća verzija se pojavila u travnju 2015., a predstavljala je nadogradnju druge generacije drona. Ugrađen mu je sustav za vizualno pozicioniranje, koji omogućuje da zadrži poziciju na niskim visinama, slučaju da je GPS slab ili ga nema. U odnosu na prijašnje verzije, ova ima već ugrađen *Lightbridge* sustav za preuzimanje videa, koji povećava udaljenost do koje mobilni uređaj može vidjeti video snimku uživo. Baterija omogućuje let od 20 do 25 minuta, a nazvana je pametno baterijom zato jer procesuirala punjenje i zaštitu kroz matičnu ploču. Može sama sebe pogasiti nakon 10 minuta u slučaju da korisnik zaboravi, te u slučaju da postane prevruća ili prehladna, prestane se puniti.[7, 18]

Četvrta generacija drona je predstavljena u ožujku 2016., i on je prvi dron koji je imao mogućnosti poput tehnologije za izbjegavanje prepreka, označavanje lokacija kao zanimljive i sustava za praćenje. Dron ima dva senzora na prednjoj strani koji služe kao pomoć u izbjegavanju prepreka, no to samo pomaže kada se kreće naprijed. Sustav za praćenje

*AutoTrack* omogućuje da dron prati objekt, poput auta ili osobe, i cijelo vrijeme ga drži u centru okvira. Ovaj sustav koristi istu tehnologiju kao i sustav za izbjegavanje prepreka, s time da izgradi 3D model za objekt koji se prati i okruženje. Phantom 4 ima i *TapFly* sustav za olakšano upravljanje, koji može pomoći neiskusnim pilotima. Za njega je potrebna DJI Go aplikacija i za nju kompatibilan uređaj, a funkcionira tako da pilot klikne na ekranu, na kojem se vidi snimka uživo, i dron će odmah ići na odabrano mjesto. Dron će se kretati sporo kako bi slika ostala oštra, no neće moći izvoditi oštre okrete.[7, 18]

*Slika 18.:DJI Phantom 4 Pro*



*Izvor: [https://en.wikipedia.org/wiki/Phantom\\_\(UAV\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Phantom_(UAV))*

## 7. Upotreba drona

Za ovaj rad se koristio *CX-40* dron tvrtke *MS*. *CX-40* je mali dron koji je pogodan za igru, zabavu, rekreaciju i istraživanje, a njime se upravlja pomoću daljinskog upravljača.[5]

Njegove specifikacije su:

*Slika 19.:CX-40 specifikacije*

<b>Osnovne karakteristike</b>	
Maksimalni kut skretanja (°/s):	200°/s
Maksimalni kut nagiba (°):	35°
Maksimalna brzina uspona (m/s):	5 m/s
Maksimalna brzina spuštanja (m/s):	5 m/s
Maksimalna brzina leta (m/s):	12.5 m/s
Baterija (mAh):	580 mAh / 3.7V
Maksimalno vrijeme letenja (min):	10min
Vrijeme punjenja (min):	90 min
Boja:	crna s LED svjetlima (black with LED lights)
Dimenzije (cm):	33 x 33 x 7 cm
Dodatne funkcije:	spreman za let iz kutije, 4 kanala, 6-osni žiroskop, 3D 360 flip, headless mode, inteligentna kontrola orijentacije, tri brzine letenja (niska, srednja, visoka), super tiho letenje bez buke, zaštita b
<b>Ostale karakteristike</b>	
Frekvencija daljinskog upravljača (GHz):	2.4 GHz
Maksimalni domet (m):	100m
Osjetljivost upravljača (dBm):	-105 dBm
Radna struja (A):	52mA
Radni napon (V):	6V
Baterije:	4 x AA (nisu uključene uz proizvod/not included)
<b>Dodatna oprema</b>	
Rezolucija kamere:	HD kamera (HD camera)
Tip:	ugradbena HD kamera (built-in HD camera)
Memorija (GB):	2GB + 2GB GRATIS
Fotografiranje:	DA
Snimanje:	DA

Izvor: <https://ms-start.com/ms-cx-40-dron-s-hd-kamerom.aspx?q=1-199-0-1>



*Slika 20.:CX-40 dron*



*Izvor: <https://ms-start.com/ms-cx-40-dron-s-hd-kamerom.aspx?q=1-199-0-1>*

## 7.1. Komponente

### 7.1.1. Trup

Trup je napravljen od PP6 plastike, te se sastoji od gornjeg i donjeg dijela. Gornji dio sadrži jedan LED, usmjeren prema naprijed, te je oblikovan tako da ide oko propelera, kako bi ih zaštitio u slučaju sudara. Donji dio se sastoji od okruglog oblika koji sadržava sustav za kontrolu leta, te od četiri ruke na kojima se nalaze motori i noge. Na donji dio se montiraju baterija i kamera.[5]

*Slika 21.:CX-40 dron odozdo*



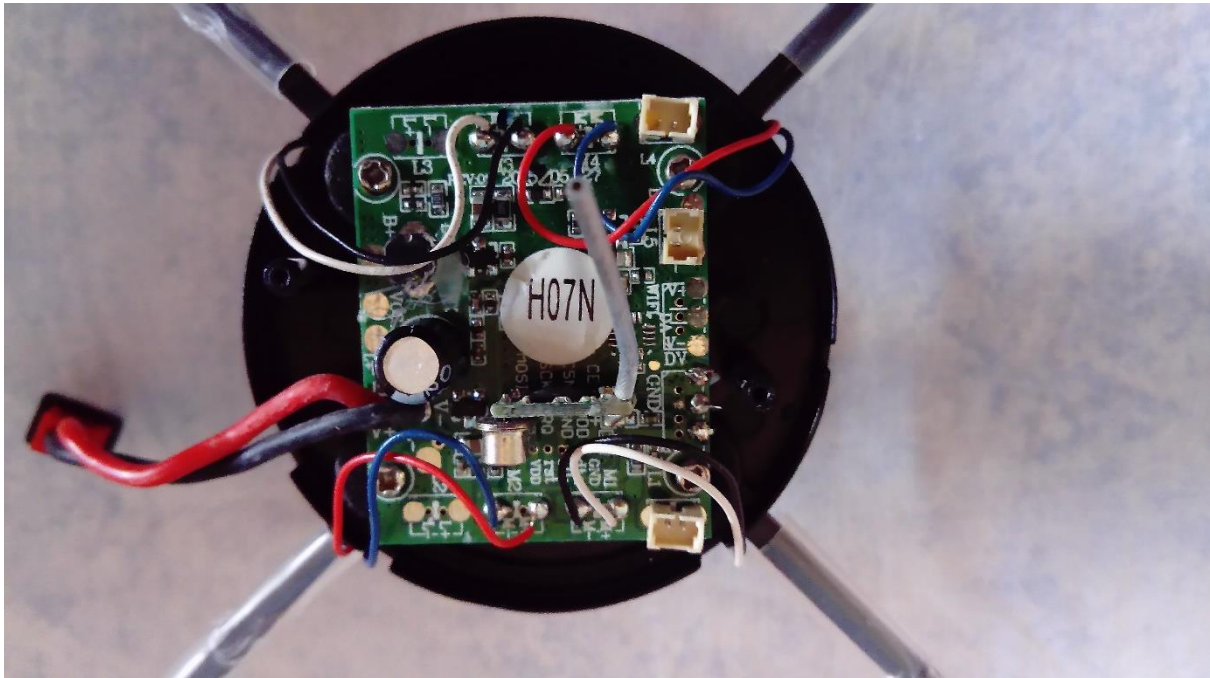
*Izvor: Autor*

### 7.1.2. Sustav za kontrolu leta

Sustav za kontrolu leta je *PCB* (engl. *Printed Circuit Board*), a na njoj su spojeni kablovi za dovod energije iz baterije, kablovi za motore i kablovi za kameru. Na njoj se još nalaze radio antena sa 4 kanala, za komunikaciju sa upravljačem, te tri 2-pinska utora (od kojih je jedan za LED u gornjem dijelu trupa) za dodatne potrošače. Bitno je za napomenuti da spajanje dodatnih dijelova na te utore povećava masu drona.[5]

Sustav dolazi sa 6-osnim žiroskopom i inteligentnom kontrolom orijentacije(IOC). IOC omogućuje da dron krene u željenom smjeru, bez obzira da li je prednja strana okrenuta prema pilotu ili ne.[5]

*Slika 22.:Sustav za kontrolu leta*



*Izvor: Autor*

### 7.1.3. Kamera

Dron ima integriranu HD kameru koja ima mogućnost snimanja i fotografiranja, te sve to pohranjuje na SD kartici, koju se može izvući i staviti u USB čitač kartica. Kartica koja dođe uz dron ima kapacitet od 4 GB, ali se može staviti sa većim kapacitetom. Kamera nema mogućnost prikaza slike u stvarnom vremenu, pa se zato ne može vidjeti što dron vidi sve dok se ne izvuče kartica i pogleda. Može se namještat kut gledanja, odnosno od paralelno s

dronom(gleda prema naprijed), pa sve do 90 stupnjeva prema dolje(gleda vertikalno prema dolje).[5]

*Slika 23.:Kamera sprijeda i straga*



*Izvor: Autor*

#### 7.1.4. Daljinski upravljač

Upravljač ima dvije poluge za kontrolu drona: lijeva poluga regulira visinu i okretanje oko osi, a desna let u sva četiri horizontalna smjera. Osim njih ima tipku na prednjoj lijevoj strani koja stiskanjem određuje brzinu drona(pritom proizvodi zvučne signale koji ukazuju na promjenu brzine), a istovremenim držanjem te tipke i paljenjem prekidača upravljača se uključuje Auto-trim funkcija koja koristi kad dron ne leti na jednom mjestu. Na prednjoj desnoj strani se nalazi tipka koja pali i gasi LED u trupu drona, a držanjem te tipke se mijenja kontrolni način rada: u načinu 1 desna poluga regulira okretanje oko osi, a u načinu 2 lijeva poluga regulira okretanje oko osi. Pokraj poluga se nalaze Trim klizači koji služe za fino upravljanje nad dronom, čija se funkcija mijenja s obzirom na kontrolni način rada. Trim klizač A(pokraj lijeve poluge) nema funkciju. Trim klizač B(ispod lijeve poluge) regulira fino okretanje oko osi u načinu 1 te bočni let u lijevo i desno u načinu 2. Trim klizač C(ispod desne poluge) regulira bočni let u načinu 1 te okretanje oko osi u načinu 2. Trim klizač D(pokraj desne poluge) regulira let naprijed i nazad kod oba kontrolna načina. Upravljaš još ima i gumbove za snimanje i fotografiranje; klikom na gumb za snimanje se uključi crveni LED, što znači da kamera snima, na kameri te ponovnim klikom se isključi.[5]

*Slika 24.:Daljinski upravljač odozgo(lijevo), prednje tipke(desno)*

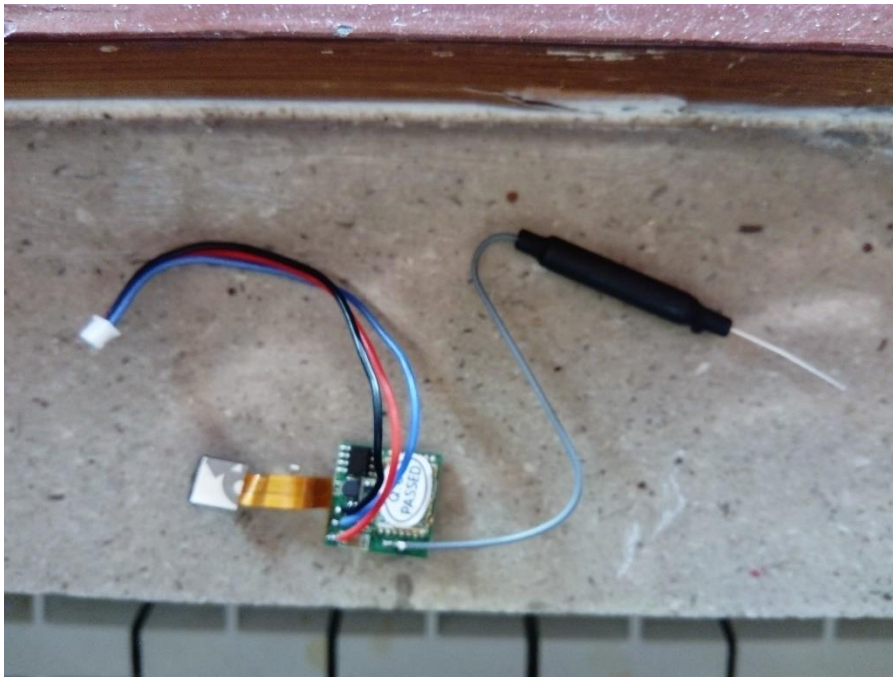


*Izvor: Autor*

## 7.2. Zamjena kamere

CX-40 ima kameru koja snima sve na karticu i nema mogućnost prikaza slike uživo, radi čega pilot ne vidi što dron u tom trenutku vidi. Radi toga je nabavljena kamera napravljena za *JJRC H31* dron, koja ima svoju Wi-Fi antenu za kreiranje pristupne točke, no uz manje preinake može se staviti na CX-40.

*Slika 25.:Nova kamera*



*Izvor: Autor*

Za zamjenu je potrebno lemilo, zato jer se mora skinuti 3-pinski utor na originalnoj kameri, a on će služiti kao spojnica kabela originalne kamere(koji je zalemljen za sustav za kontrolu leta) i kabela nove kamere. Može se i preskočiti proces skidanja utora, u slučaju da se nabavi još jedan takav utor.

Nova kamera ide u kućište stare kamere, zato jer ona dolazi sa svojim kućištem koje ne odgovara CX-40 dronu.

*Slika 26.:3-pinski utor*

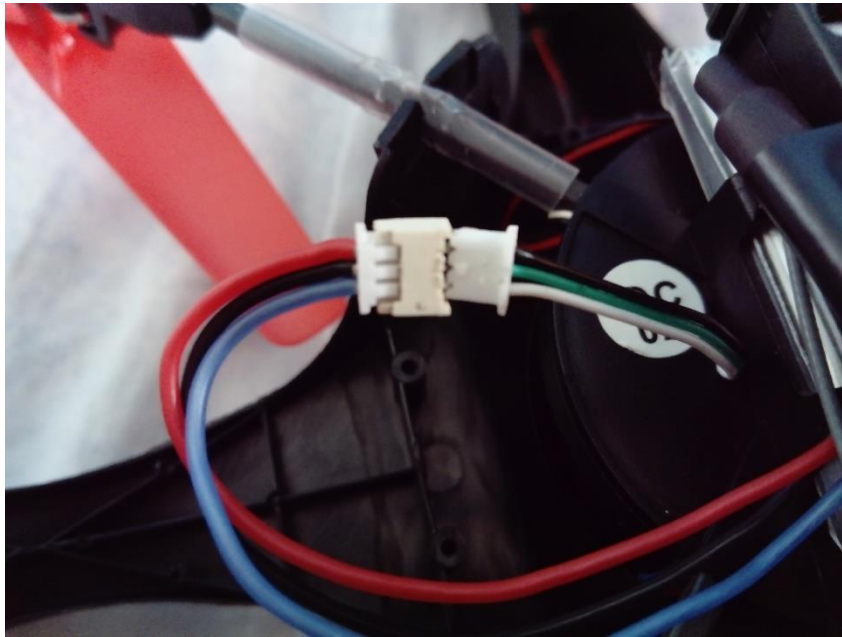


*Izvor: Autor*

Jedan kabel ide u sam utor, a drugi kabel ide na 3 pina s druge strane, koji se inače zaleme za *PCB*. Kablovi su napravljeni tako da na kraju jedna strana ima izložene žice, te je bitno da se kablovi spoje suprotno okrenuti.

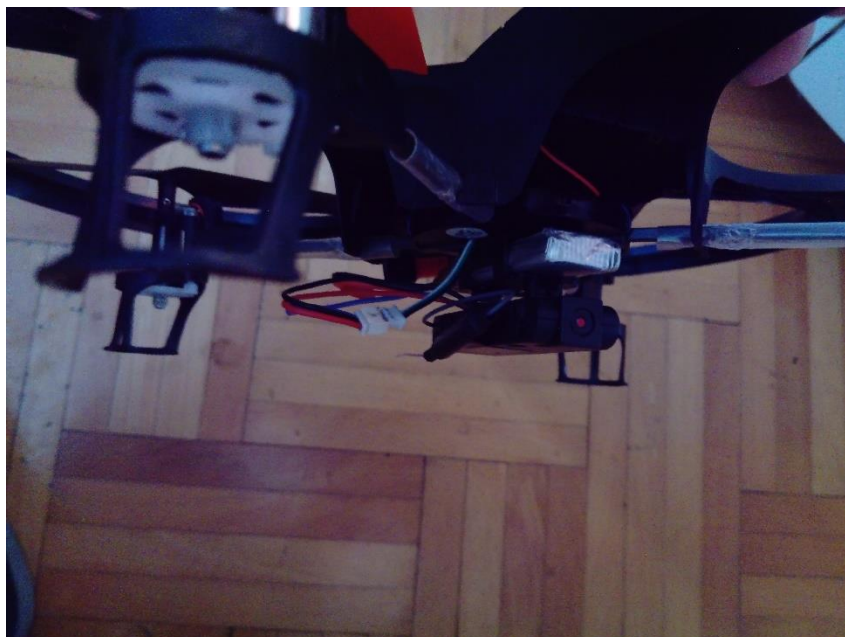
Moguće je i jednostavno maknuti plastične krajeve svakog kabla i direktno spojiti žice, no onda se mora paziti da se spoje svaka žica sa odgovarajućom. Ujedno bi se tim načinom morale rastavljati žice u slučaju ponovne promjene kamere.

*Slika 27.:Pravilno spojeni kablovi*



*Izvor: Autor*

*Slika 28.:Nova kamera u kućištu stare*



*Izvor: Autor*

Kako bi se mogla vidjeti slika uživo, potrebna je aplikacija *SMART-FPV*, koju se može preuzeti sa *Google Store* ili *Apple Store*, na pametni telefon ili tablet. Spajanje se

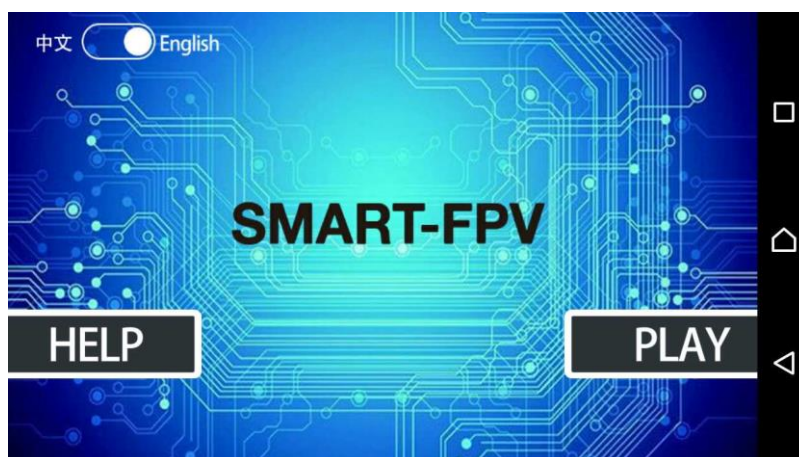
ostvaruje tako da se na uređaju odaberu Wi-Fi postavke i pokrene se spajanje na *FPV\_WIFI\_B89D*. Nakon toga se treba pokrenuti *SMART-FPV* aplikacija. Aplikacija ima dva gumba na početnom ekranu: *Help* (engl. Pomoć) prikazuje pojašnjenja za svaku naredbu; *Play* (engl. Pokreni) prikazuje sliku kamere uživo (ako se uređaj uspješno spojio) i naredbe za kontrolu kamere i drona.

*Slika 29.:Spajanje na Wi-Fi pristupnu točku*



*Izvor: Autor*

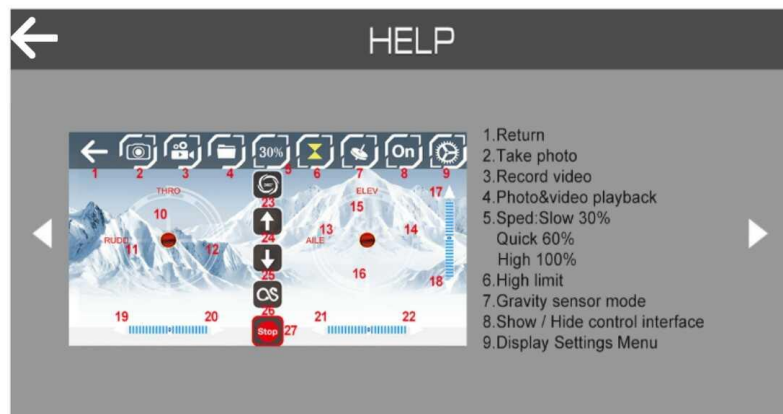
*Slika 30.:Sučelje SMART-FPV*



*Izvor: Autor*

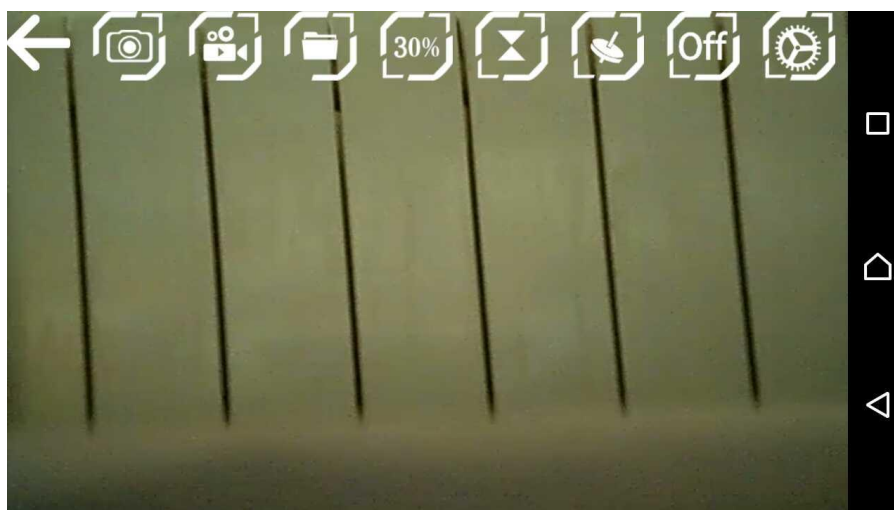


Slika 31.: Sučelje za pomoć



Izvor: Autor

Slika 32.: Sučelje za prikaz slike u stvarnom vremenu



Izvor: Autor

Dron sad ima funkcionalnu Wi-Fi kameru, koja emitira sliku na pametni telefon ili tablet uživo.

## 8. Zaključak

Danas postoje stotine različitih modela dronova, različitih veličina i mogućnosti. Oni imaju svoje prednosti, navedene u ovom radu, te se gotovo sve odnose na situacije u kojima čovjek ne može biti fizički prisutan. Primjerice dronovi sa Wi-Fi kamerama mogu pomoći u stvaranju odličnih fotografija s visoka, gdje helikopteri i ljudi ne mogu biti. Ili mikro dronovi koji mogu ući u ruševine zgrade kako bi mogli analizirati situaciju i pogledati da li ima preživjelih.

CX-40 dron je pouzdan i jeftin, no može biti malo teško savladiv za početnike, prvenstveno zato jer je dosta brz i okretan, te ga je teško držati na istoj poziciji kad je u zraku. Drugi problem sa dronom je baterija, koja nudi maksimalno 10 minuta leta i treba joj 60 minuta da se napuni. Unatoč tome što dron dođe sa još jednom baterijom, to je ipak jako malo vremena, još i manje ako dron leti pri maksimalnoj brzini ili izvodi akrobatske letove.

Zamjena kamere je imala samo jedan problem, a to je bio proces skidanja utora sa stare kamere, zato jer je bio pričvršćen sićušnim komadima metala koje je bilo potrebno odstraniti. Nova Wi-Fi kamera je samo 0.3 megapiksela, te ne nudi najbolju sliku, pogotovo ako se dron kreće.

Unatoč tome CX-40 je dobar dron za hobije ili ostvarivanje dobrih slika iz ptičje perspektive.

## Literatura

1. Airdronecraze.com *12 nevojnih upotreba dronova*. 2018.  
<https://www.airdronecraze.com/drones-action-top-12-non-military-uses/>(pristup 01.06.2018.)
2. Egr.msu.edu. *Komponente za stvaranje bespilotnih letjelica*. 2015.  
<https://www.egr.msu.edu/classes/ece480/capstone/spring15/group14/uploads/4/2/0/3/42036453/johnsonappnote.pdf>(pristup 16.05.2018.)
3. Gizmodo.com *Ovaj hibridni multirotor dron može vertikalno uzletjeti i sletjeti*. 2013.  
<https://gizmodo.com/this-hybrid-quadcopter-drone-can-take-off-and-land-vert-1177032394> (pristup 19.05.2018.)
4. Google.hr. *Tehnologija dronova: Vrste, vrste tereta, svrhe, problemi i budući razvoji*. 2016.  
[https://www.google.hr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwj3-bP8-DaAhXCJSwKHXBdAQEQFggmMAA&url=https%3A%2F%2Fwww.springer.com%2Fcda%2Fcontent%2Fdocument%2Fcda\\_downloaddocument%2F9789462651319-c2.pdf%3FSGWID%3D0-0-45-1592404-p180146657&usg=AOvVaw0btfNfxsQtIToh\\_kAzNlxb](https://www.google.hr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwj3-bP8-DaAhXCJSwKHXBdAQEQFggmMAA&url=https%3A%2F%2Fwww.springer.com%2Fcda%2Fcontent%2Fdocument%2Fcda_downloaddocument%2F9789462651319-c2.pdf%3FSGWID%3D0-0-45-1592404-p180146657&usg=AOvVaw0btfNfxsQtIToh_kAzNlxb) (pristup 19.05.2018.)
5. Ms-start.com. *MS CX-40*. 2018.  
<https://ms-start.com/en/ms-cx-40--hd.aspx>(pristup 06.06.2018.)

6. Newatlas.com. *Amazon patentirao samo-destruktivne dronove*. 2017.  
<https://newatlas.com/amazon-delivery-drones-self-destuct/52456/>(pristup 01.06.2018.)
7. Outstandingdrone.com. *Pregled DJI Phantom serije*. 2018.  
<https://www.outstandingdrone.com/category/product-reviews/>(pristup 22.05.2018.)
8. Quadcopteracademy.com *Dijelovi quadcopter-a: što su i što rade?*. 2015.  
<http://www.quadcopteracademy.com/quadcopter-parts-what-are-they-and-what-do-they-do/>(pristup 11.05.2018.)
9. Robohub.org. *Dron mahokrilac težak kao 4 lista A4 papira*. 2013.  
<http://robohub.org/fully-autonomous-flapping-wing-micro-air-vehicle-weighs-about-as-much-as-4-sheets-of-a4-paper/>(pristup 20.05.2018.)
10. Robotshop.com. *Kako napraviti dron?*. 2014.  
<https://www.robotshop.com/blog/en/robots/gorobotics/tutorials/how-to-make-a-drone-uav>(pristup 16.05.2018.)
11. WashingtonPost.com. *Amazon izdao patent prema kojem dostavni dronovi reagiraju na ljudske geste*. 2018.  
[https://www.washingtonpost.com/news/the-switch/wp/2018/03/22/amazon-issued-patent-for-delivery-drones-that-can-react-to-screaming-flailing-arms/?noredirect=on&utm\\_term=.146fdb2ee820](https://www.washingtonpost.com/news/the-switch/wp/2018/03/22/amazon-issued-patent-for-delivery-drones-that-can-react-to-screaming-flailing-arms/?noredirect=on&utm_term=.146fdb2ee820)(pristup 01.06.2018.)
12. Wikipedia.org. *Bespilotna letjelica*. 2018.  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Unmanned\\_aerial\\_vehicle](https://en.wikipedia.org/wiki/Unmanned_aerial_vehicle)(pristup 10.05.2018.)

13. Wikipedia.org. *DelFly*. 2018.  
<https://en.wikipedia.org/wiki/DelFly>(pristup 20.05.2018.)
14. Wikipedia.org. *Dron sa četiri rotora*. 2018.  
<https://en.wikipedia.org/wiki/Quadcopter>(pristup 10.05.2018.)
15. Wikipedia.org. *Honeywell RQ-16 T-Hawk*. 2018.  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Honeywell\\_RQ-16\\_T-Hawk](https://en.wikipedia.org/wiki/Honeywell_RQ-16_T-Hawk)(pristup 19.05.2018.)
16. Wikipedia.org. *Hubsan X4*. 2018.  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Hubsan\\_X4](https://en.wikipedia.org/wiki/Hubsan_X4) (pristup 22.05.2018.)
17. Wikipedia.org. *Parrot.AR*. 2018.  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Parrot\\_AR.Drone](https://en.wikipedia.org/wiki/Parrot_AR.Drone)(pristup 22.05.2018.)
18. Wikipedia.org. *Phantom*. 2018  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Phantom\\_\(UAV\)#Reception](https://en.wikipedia.org/wiki/Phantom_(UAV)#Reception)(pristup 22.05.2018.)

## Popis slika:

Slika 1: *Predator* dron

Slika 2: *Parrot Bebop 2* multirotor

Slika 3: *Hybrid Quadrotor*

Slika 4: *T-Hawk*

Slika 5: Hitec sustav na daljinsko upravljanje

Slika 6: Trirotor

Slika 7: Quadcopter

Slika 8: Lijevo-Hexacopter, desno-Y6

Slika 9: Lijevo-Octocopter, desno-X8

Slika 10: Lijevo-motor bez četkica. Desno-„palačinka“ motor

Slika 11: Propeler sa dvije lopatice, gornja strana

Slika 12: Quadrino Nano sustav za kontrolu leta

Slika 13: Litij-polimer baterija od 11.1 V i 3500 mAh

Slika 14: DelFly Explorer

Slika 15: Hubsan x4 H501 model

Slika 16: Lijevo-AR.Drone sa trupom za zatvoren prostor. Desno-AR.Drone za otvoren prostor

Slika 17: Sučelje aplikacije AR.Drone

Slika 18: *DJI Phantom 4 Pro*

Slika 19: CX-40 specifikacije

Slika 20: CX-40 dron

Slika 21: CX-40 dron odozdo

Slika 22: Sustav za kontrolu leta

Slika 23: Kamera sprijeda i straga

Slika 24: Daljinski upravljač odozgo(lijevo), prednje tipke(desno)

Slika 25: Nova kamera

Slika 26: 3-pinski utor

Slika 27: Pravilno spojeni kablovi

Slika 28: Nova kamera u kućištu stare

Slika 29: Spajanje na Wi-Fi pristupnu točku

**Slika 30:** Sučelje *SMART-FPV*

**Slika 31:** Sučelje za pomoć

**Slika 32:** Sučelje za prikaz slike u stvarnom vremenu

## **Popis kratica:**

**Ah**-Amper po satu; količina energije u bateriji koja će dopustiti prolazak 1 Ampera u sat vremena

**Bluetooth**-bežična tehnologija za prijenos datoteka na kratkim udaljenostima

**EPP**-Polipropilen; plastični polimer

**Firmware**-specifična klasa programa koja nudi nisku razinu upravljanja određenim komponentama

**GB**- Gigabajt; jedinica za mjerenje veličine datoteke

**Hotspot**-pristupna točka, najčešće Wi-Fi

**Inercija**-svojstvo materije da zadrži trenutno stanje gibanja ili mirovanja

**Joystick**-palica za upravljanje

**LED**-engl Light Emitting Diode; umjetan izvor svjetlosti

**LiDAR**-kombinacija riječi Laser i Radar; metoda za mjerenje udaljenosti od mete

**Multirotor**-letjelica sa 2 ili više rotora

**NESCOM**- National Engineering and Scientific Commission-pakistanska komisija za inženjstvo i znanost

**PCB**-engl. Printed Circuit Board; tiskana pločica na kojoj se nalaze elektroničke komponente

**Rezolucija**- broj različitih piksela prikazanim u svakoj dimenziji

**UAV**-engl. Unmanned aerial vehicle-bespilotna letjelica

**USB**-engl. Universal Serial Bus; metoda komuniciranja računala sa vanjskim uređajima

**Video link**-vizualna komunikacija

**Volt**-jedinica za električni potencijal

**Watt**-jedinica za snagu

**Wi-Fi**-bežična tehnologija za povezivanje uređaja, bazirana na radio kanalima