

# ANAFI USA

## BIAŁA KSIĘGA

V1.5.3



30 kwietnia 2021  
PARROT DRONES

## Spis treści

ANAFI USA w skrócie .....	4
Opis .....	5
Kluczowe cechy .....	5
Kompaktowa budowa .....	5
Wzmocniona konstrukcja .....	6
Aerodynamika .....	9
Układ napędowy .....	9
Osiaży .....	11
Jakość .....	11
Obrazowanie .....	12
Potrójny moduł kamery .....	12
Kluczowe cechy 3 kamer .....	12
Zbliżenie od 1x do 32x .....	12
HDR .....	13
Jednostka optyczna .....	13
Diagonalne (DFOV) oraz poziome (HFOV) pole widzenia .....	13
Bezstratne zbliżenie .....	13
Rozdzielczość kątowna i rozpoznawalne szczegóły .....	14
Wytwarzanie jednostki optycznej: aktywne dopasowanie .....	14
Jakość .....	15
Kamera IR .....	15
Wydajność kamery FLIR Boson .....	15
Tryby kolorów .....	15
Tryb względny .....	16
Tryb punktowy .....	16
Formaty plików .....	17
Mieszanie obrazu standardowego i IR .....	17

Bezpieczeństwo.....	18
Integralność oprogramowania i ochrona drona.....	18
Szyfrowanie połączeń sieciowych.....	18
Szyfrowanie karty SD.....	18
Zarządzanie danymi.....	18
Strumieniowanie sygnału wideo.....	19
Kluczowe cechy.....	19
Wydajność strumienia.....	19
Zastosowane algorytmy optymalizacji strumienia wideo.....	19
Inteligentna bateria.....	21
Kluczowe cechy.....	21
Wydajność.....	21
Funkcje.....	21
Inteligentne zarządzanie energią.....	21
Inteligentne ładowanie.....	21
Zimowanie.....	22
Przechowywanie.....	22
Interfejs USB-C On-The-Go.....	22
Powerbank.....	22
Wskaźnik naładowania.....	22
Certyfikat IP53.....	22
Jakość.....	23
Kontrola lotu i tryby lotu.....	24
Kluczowe cechy.....	24
Kontroler lotu.....	24
Elementy.....	24
Wydajność czujników.....	24
Powłoka płyty głównej.....	25
Algorytm szacowania.....	25
Pętla kontrolna.....	25

Tryby lotu .....	26
Precyzyjny zawis .....	26
Precyzyjny powrót do domu (RTH).....	26
Tryb „Smart RTH” .....	26
Automatyczny start .....	27
Start z ręki .....	27
Lot na małej wysokości.....	27
Automatyczne lądowanie.....	27
Tryby sterowania.....	27
Ręczny.....	27
Automatyczny .....	28
Aplikacja FreeFlight 6.7 .....	31
Kluczowe cechy .....	31
Wyświetlacz HUD .....	31
Interfejs planowania lotu .....	32
Dane mapy .....	32
Wyświetlanie materiałów .....	33
Automatyczne aktualizacje.....	33
GSDK .....	33
Narzędzia kompatybilne z dronem ANAFI USA .....	36
Pix4Dreact.....	36
Kluczowe cechy.....	36
Kittyhawk.....	37
Survae .....	37
Planck Aerosystems.....	37
DroneSense .....	38
DroneLogbook.....	38
Skyward .....	38
Hoverseen.....	39

## ANAFI USA w skrócie

- Przybliżenie 32x
- Dwie 21-megapikselowe kamery (szerokokątna, teleobiektyw)
- Kamera IR FLIR Boson® 320x256
- Hybrydowa pięcioosiowa stabilizacja obrazu
- Niewielkie wymiary: 228x101x76 mm
- Niewielka waga: 501 gramów
- Czas lotu: 32 minuty
- Certyfikat IP53: odporność na kurz i wodę
- Dyskretny: 79 dB na wysokości 1 metra
- Prędkość: 14,7 m/s
- Zakres temperatur działania: od -35°C do 43°C
- Maksymalna wysokość lotu: 6 000 m
- Rozdzielczość 4K
- Gotowy do lotu w niecałą minutę
- Start z ręki
- Lądowanie do ręki



## Opis

### Kluczowe cechy

- Ultralekki: 501 g
- Ultraprzemośny (wymiary po złożeniu 228x101x76 mm)
- Zachowuje ochronę zgodną z certyfikatem IP53 przez co najmniej 32 minuty lotu.



Rozłożony (DxSxW)	282x373x84 mm
Złożony (DxSxW)	246x104x82 mm
Waga	501 g
Czas rozkładania	55 sekund
Zakres temperatur działania	Od -35°C do 43°C
Ochrona przed pyłem i wodą	IP53

### Kompaktowa budowa

ANAFI USA jest lekki i kompaktowy, waży 501 gramów, a jego objętość to 1,7 litra. Dron ANAFI USA może być transportowany w plecaku lub walizce.

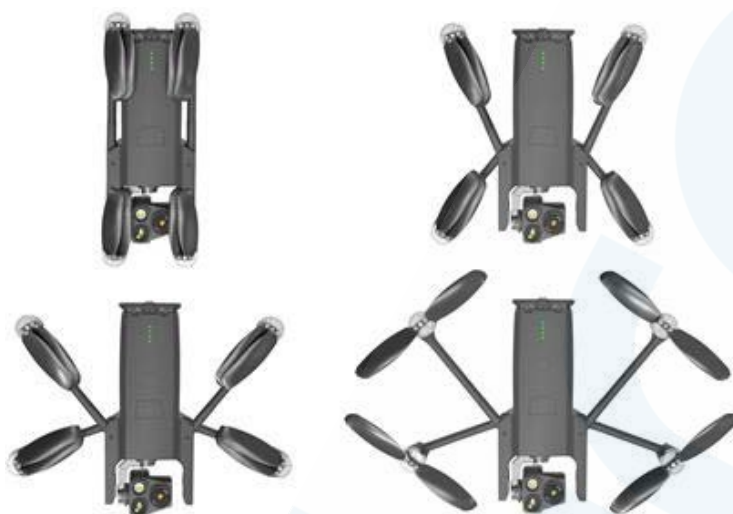
Rys. 1: Kompaktowa budowa drona ANAFI USA



ANAFI USA to najbardziej kompaktowy dron w kategorii urządzeń dla przemysłu i wojska.

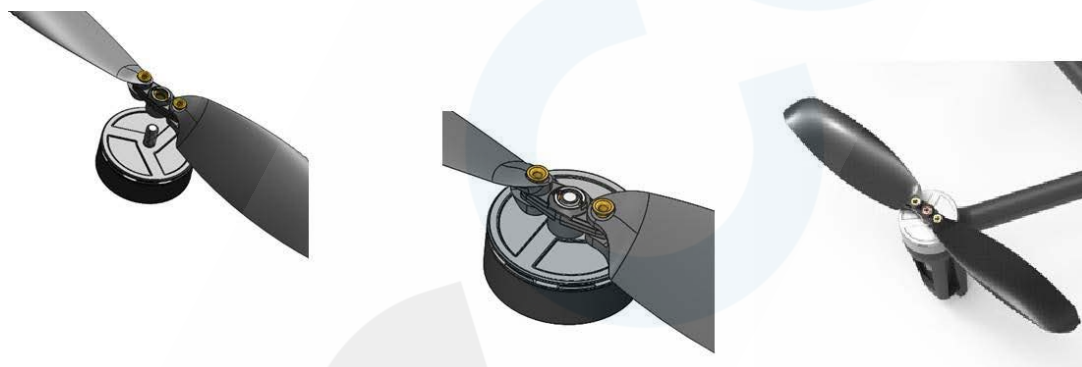
ANAFI USA rozkłada się w 3 sekundy (Rys. 2: jego system wirników zmniejsza nieład, w przeciwieństwie do wirników o stałym kącie nachylenia).

Rys. 2: Etapy rozkładania



Wymiana wirników nie wymaga narzędzi, wystarczy je wkręcić w kierunku przeciwnym do ich obrotu, bez ryzyka utraty małych części.

Rys. 3: Szybki montaż wirników

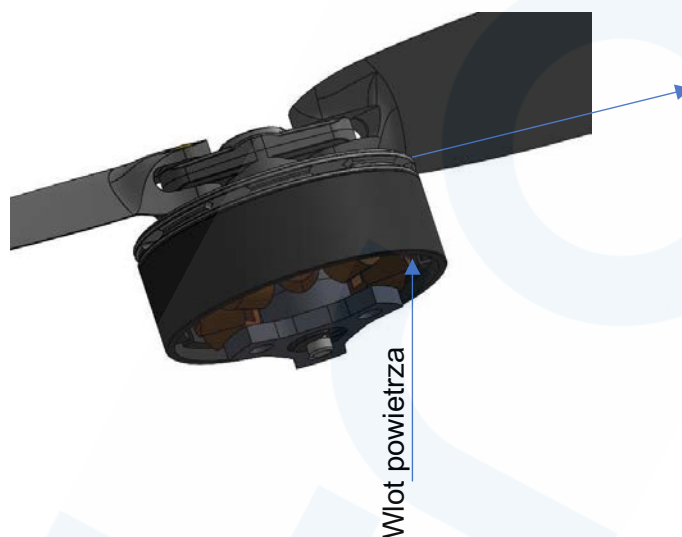


### Wzmocniona konstrukcja

Szkielet mechaniczny drona ANAFI USA jest wykonany z poliamidu, wzmocniony włóknem węglowym, a wagę zmniejszają wydrążone szklane kulki.

Silniki drona ANAFI USA są chronione przed kurzem, piaskiem i deszczem przez poprzeczne pokrywy, umożliwiające wentylację oraz odprowadzanie ciepła.

Rys. 4: Pokrywy silników



Kamera pionowa i sonar są chronione przed deszczem przez specjalny kołnierz zabezpieczający.

Rys. 5: Kołnierz zabezpieczający czujniki pionowe



Dron ANAFI USA przeszedł pomyślnie następujące testy:

- IPX3 (wg normy CEI 60529): odporność na deszcz IPX3 (10 litrów na minutę) trwająca co najmniej jeden pełny cykl pracy na baterii (32 minuty).

Rys. 6: Test IPX3 (opryskiwanie 10 litrami wody na minutę)





- IP5X: odporność na pył przez co najmniej 32 minuty (CEI 60529).

Rys. 7: Test IP5X (piasek)



- Ciepło o dużej wilgotności (+40°C przy wilgotności 93%) przez 16 h (NF EN 60068-2-78)
- Ciepło o małej wilgotności (+50°C) przez 16 h (NF EN 60068-2-2)
- Szok termiczny: 20 godzinnych cykli w temperaturze -36°C i +43°C (NF EN 60068-2-14)
- Temperatury ekstremalne: -20°C i +70°C przez 4 h (NF EN 60068-2-1 i NF EN 60068-2-2)
- Niskie temperatury: -36°C przez 16 h (NF EN 60068-2-1)
- 92 godziny nieprzerwanego lotu w temperaturze pokojowej bez zatarcia mechanizmów
- Zdolność do działania po 18 upadkach (3 na każdą stronę) na beton z wysokości 1 metra

Rys. 8: Test upadku



## Aerodynamika

Rys. 9: Płetwa humbaka



### Układ napędowy

- Łopaty wirników drona ANAFI USA powstały poprzez zastosowanie biomimikry i naśladują guzy przedniej krawędzi płetwy piersiowej humbaka.
- Każdy wirnik ma dwie łopaty i jest po prostu wkręcany do drona.
- Jeśli chodzi o lot, ANAFI USA przewyższa w działaniu drony 1,5 raza cięższe i 2 razy bardziej nieporęczne.

#### Zalety „humbakowych” łopat wirników

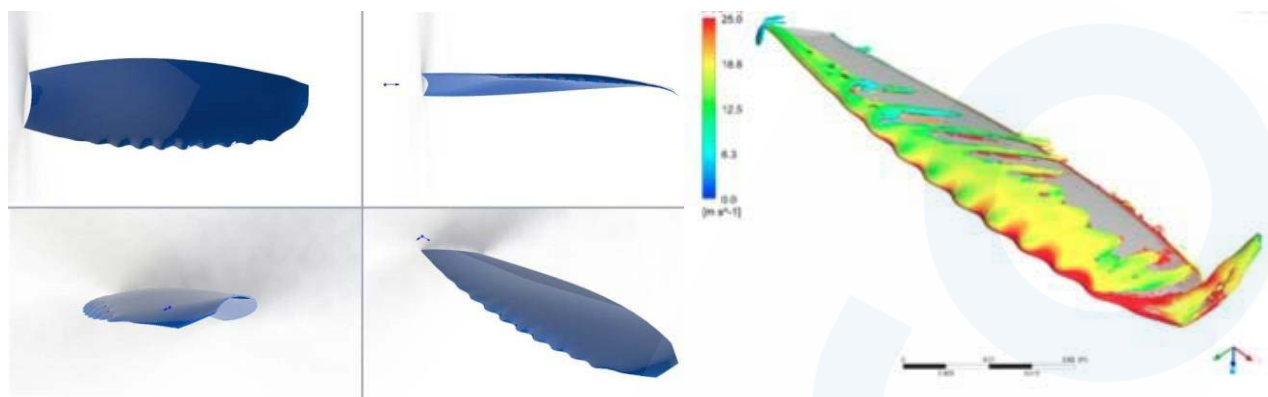
1. Koncepcja łopaty minimalizuje separację warstw w każdej łopacie, aby:
  - a. odzyskać siłę nośną przy stałej prędkości obrotowej silnika (rpm), lub utrzymać stałą siłę nośną pomimo zmniejszania obrotów silnika;
  - b. zmniejszyć czułość na wzrost mocy, gdy łopaty obracają się.

Dzięki temu, poprzez niższą prędkość obrotową przy dużym momencie obrotowym silników, wirniki drona ANAFI USA generują moc wyższą niż wynikałoby to z ich średnicy.

2. Siła dźwięku generowana przez przednią krawędź łopaty jest minimalna, co zmniejsza hałas podczas lotu.

Rys. 10: Łopata wirnika drona ANAFI USA





- Silniki drona ANAFI USA mają dużą moc (46 W) oraz wydajność (moc mechaniczna dzielona przez moc elektryczną) na poziomie 70% podczas zawisu. Zostały zoptymalizowane pod kątem właściwości łopat wirników w pełnym zakresie ich działania podczas lotu.
- Dron ANAFI USA ma najlepszy w branży stosunek wagi do czasu lotu. 32-minutowa praca, mały ciężar (501 gramów) oraz duża wydajność napędu pozwala osiągać duże prędkości (54 km/h) i zasięgi (teoretyczny zasięg 17,4 km przy prędkości 40,6 km/h).
- Odporność na wiatr: do 54 km/h
- Głośność: 79 dB

## Osiągi

Aerodynamika	
Prędkość	14,7 m/s
Odporność na wiatr	14,7 m/s
Czas lotu	32 min
Maks. prędkość wznoszenia	4 m/s
Maks. prędkość opadania	4 m/s
Maks. wysokość lotu	6 000 m (MSL)
Teoretyczny zasięg	17,4 km
Maks. prędkość kątowna	300°/s

## Jakość

- Parrot posiada certyfikat ISO9001.
- Każdy dron podlega kontroli produkcyjnej (FVT).
- Test #2: kalibracja termiczna jednostki IMU, test barometru i magnetometru.
- Test #3: kalibracja dynamiczna jednostki IMU i magnetometru.
- Test #4: pomiar zakłóceń na magnetometrze.
- Test #5: test ultradźwiękowy.
- Lot testowy: każdy dron przechodzi lot testowy po zakończeniu produkcji – start, zawis, lądowanie.
- Podczas procesu badawczo-rozwojowego prowadzimy liczne testy wytrzymałościowe. W ten sposób poszukujemy optymalnego rozmiaru drona.

## Obrazowanie

### Potrójny moduł kamery

Gimbal drona ANAFI USA jest wyposażony w 3 stabilizowane żyroskopowo kamery: szerokokątną kamerę elektro-optyczną 4K, teleobiektyw o 32-krotnym zbliżeniu EO 4k oraz długofalową kamerę termowizyjną FLIR Boson®.

Rys. 11: Potrójny moduł kamery



### Kluczowe cechy 3 kamer

- Szerokokątna kamera elektro-optyczna (EO)
  - SONY IMX230 1/2,4"
  - RGB: 4K HDR (24 kl/s)
  - Rozdzielczość zdjęć: 21 megapikseli
  - Rozdzielczość kątowna: 0,016°/piksel
  - MTF > 45 % przy 160 lp/mm
  - Zmienna ogniskowa: 1x => 5x przy rozdzielczości 1080p
  - Przystłona f/2.4
- Teleobiektyw EO
  - SONY IMX230 1/2,4"
  - RGB: 4K HDR (24 kl/s)
  - Rozdzielczość zdjęć: 21 megapikseli
  - Rozdzielczość kątowna: 0,004°/piksel
  - MTF > 45 % przy 160 lp/mm
  - Zmienna ogniskowa: 5x => 32x przy rozdzielczości 1080p
  - Przystłona f/2.4
- Kamera termowizyjna
  - FLIR Boson 320x256
  - Poziome pole widzenia: 50°

### Zbliżenie od 1x do 32x

Przełączanie kamery szerokokątnej (zbliżenie 1x do 5x) i teleobiektywu (zbliżenie 5x do 32x) następuje automatycznie, co zapewnia ciągłość zbliżenia.



Rys. 12: Możliwości zbliżenia



Obraz standardowy

Przybliżenie 32x



## HDR

Algorytm HDR odzyskuje aż do 14 EV. Połowa pikseli jest naświetlana długo, a druga połowa krócej, co pomaga ograniczyć artefakty związane z ruchem. Oba obrazy są łączone, aby stworzyć zdjęcie o natywnej rozdzielczości matrycy (21 megapikseli), co pozwala zoptymalizować kontrast i ogranicza utratę drobnych szczegółów zdjęcia.

Procesor obrazu określa czas naświetlania w zależności od sceny oraz końcowych optymalizacji obrazu (kontrast, kolory, redukcja szumów).

## Jednostka optyczna

Używamy asferycznych obiektywów o niskiej dyspersji (pole widzenia 110° i 26°, odpowiednio dla kamery szerokokątnej i teleobiektywu). Jednostki optyczne są złożone z sześciu soczewek zoptymalizowanych tak, aby zminimalizować poziom światła pasożytniczego i jednocześnie zapewnić obrazy o wysokiej rozdzielczości w szerokim zakresie temperatur (od -43°C do 45°C).

## Diagonalne (DFOV) oraz poziome (HFOV) pole widzenia

Obiektyw kamery szerokokątnej pokrywa całą matrycę i uzyskuje 110° DFOV. To przekłada się na 69° HFOV w trybie filmowania i 75° HFOV w trybie fotografowania.

Teleobiektyw pokrywa całą matrycę i uzyskuje 26° DFOV. To przekłada się na 16° HFOV w trybie filmowania i 16° HFOV w trybie fotografowania.

## Bezstratne zbliżenie

Jednostka optyczna ANAFI USA pozwala na uzyskanie bezstratnego zbliżenia do 5x w rozdzielczości 4K-UHD (3840x2160 pikseli), do 10x w Full HD (1920x1080 pikseli) i 15x w HD (1280x720 pikseli). Przy powiększeniu 27x dron wciąż osiąga jakość DVD (720x480 pikseli).

## Rozdzielczość kątowna i rozpoznawalne szczegóły

Rozdzielczość kątowna określa separację kątową pomiędzy dwoma pikselami na matrycy. Przy rozdzielczości kątowej teleobiektywu wynoszącej  $0.004^\circ$ , użytkownik może rozpoznać szczegóły wielkości 10 cm z odległości 1500 m lub 1 cm z odległości 150 m.

Rys. 13: Architektura jednostki optycznej drona ANAFI USA



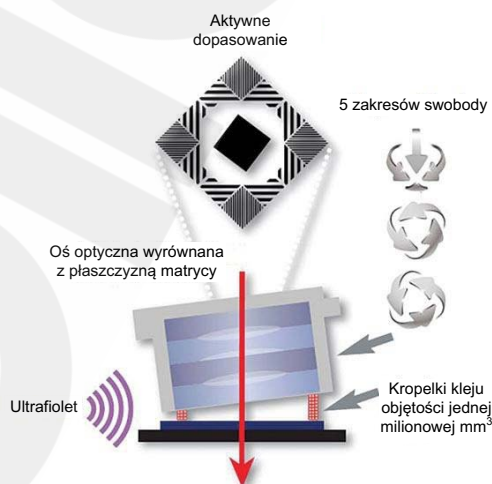
## Wytwarzanie jednostki optycznej: aktywne dopasowanie

Jednostka optyczna jest produkowana przy użyciu matrycy Sony z wykorzystaniem techniki aktywnego dopasowania. Blok optyczny jest umieszczany i przytrzymywany na miejscu przez ramię robotyczne, aby uzyskać następujące efekty:

- blok optyczny jest umieszczany nad matrycą, aby uzyskać ostrość w zadanej temperaturze ( $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ) i żeby zagwarantować rozdzielczość zgodną ze specyfikacją;
- blok optyczny jest obracany w trzech wymiarach, aby uzyskać jednorodną rozdzielczość na krawędziach obrazu;
- matryca jest wyrównywana z osią bloku optycznego, aby uzyskać najlepszą wydajność na środku obrazu;
- wreszcie punkty środkowe obrazu i matrycy są wyrównywane ( $\pm 20$  pikseli lub  $22 \mu\text{m}$ ).

Aby zagwarantować zgodność procesora obrazu ze specyfikacją, przeprowadzana jest fabryczna kalibracja obrazu. Każda jednostka ma zapisane w wewnętrznej pamięci informacje o centrum obrazu, mapę martwych pikseli, mapę luminancji i koloru oraz balans bieli.

Rys. 14: Aktywne dopasowanie



## Jakość

Podczas procesu produkcji przeprowadzane są różnorodne testy optyczne:

- sprawdzenie parametru MTF w środku obrazu
- sprawdzenie parametru MTF na krawędziach obrazu
- sprawdzenie modułu kamery podczas produkcji:
  - MTF w centrum
  - MTF przy 40% pola
  - MTF przy 70% pola
  - skazy świetlne (ciemne lub jasne punkty, cząsteczki kurzu)
  - martwe piksele
  - centrum optyczne
  - jednorodna jasność i kolor
- defekty kosmetyczne (plamy, zarysowania i podobne)

## Kamera IR

Specyfikacja kamery IR	
Spektrum	Długofalowa podczerwień: od 8 do 14 $\mu\text{m}$
Rozdzielczość	320x256 pikseli
Odległość między pikselami	12 $\mu\text{m}$
Czułość	0,05°C
Długość ogniskowej	4,3 mm
HFOV	50°
Częstotliwość	20 Hz
Zakres pomiaru temperatury	od -40°C do 180°C
Korekcja rozbieżności	Mechaniczna przesłona

### Wydajność kamery FLIR Boson

Dron ANAFI USA jest wyposażony w mikrobolometr FLIR Boson o częstotliwości 60 Hz. Moduł jest wyposażony w mechaniczną przesłonę, która pozwala na automatyczną kalibrację matrycy tak często, jak to możliwe, aby zachować całkowitą spójność pomiarów w poszczególnych pikselach. Poziome pole widzenia (HFOV) obiektywu kamery FLIR Boson wynosi 50°.

### Tryby kolorów

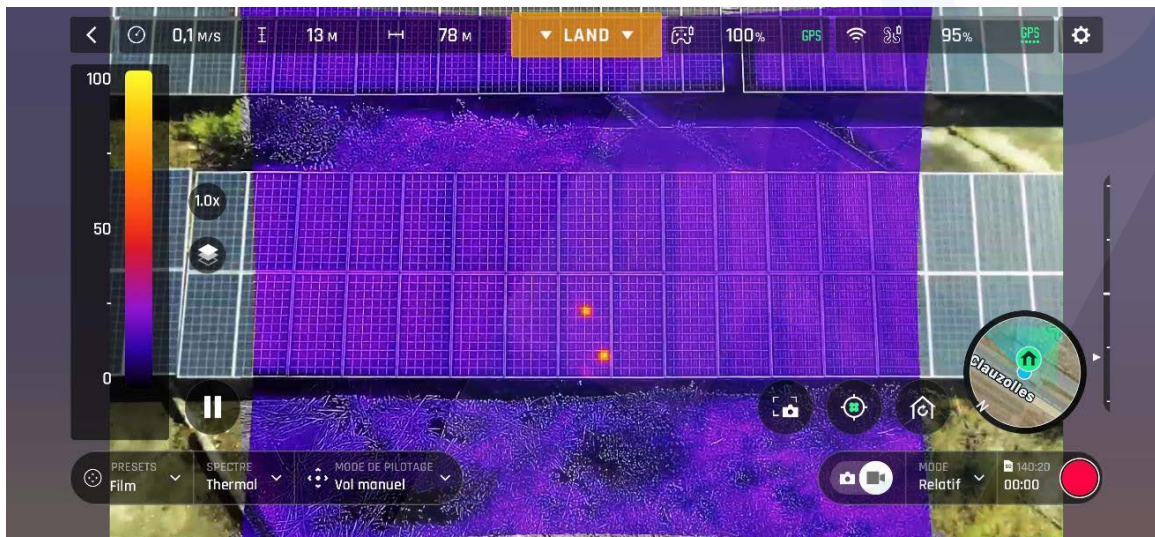
Dron ANAFI USA posiada dwa uzupełniające się tryby kolorów kamery termowizyjnej, które pozwalają mu dopasować się do każdej misji.



### Tryb względny

Tryb względny wyświetla ogólny obraz termowizyjny za pomocą skali kolorów, wyskalowanej od 0 (kolor ciemnoniebieski) do 100 (kolor jasnożółty).

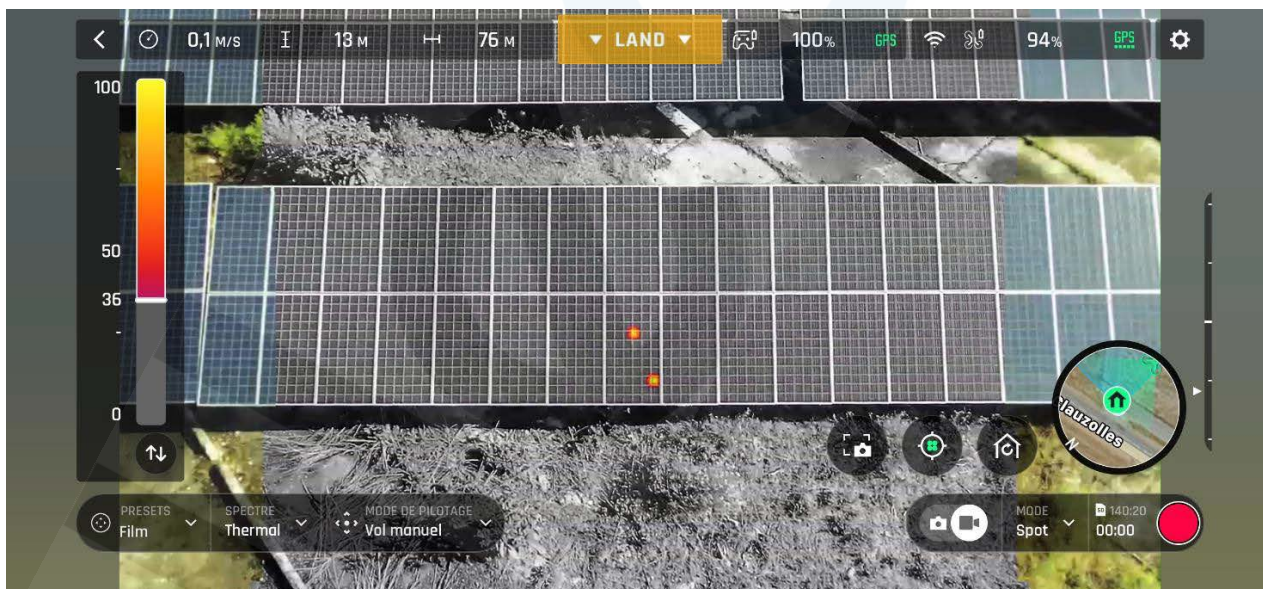
Rys. 15: Zrzut ekranu z programu Freeflight 6.7: „tryb względny”



### Tryb punktowy

Tylko najzimniejsze lub najcieplejsze punkty obrazu są kolorowe, w zależności od potrzeb.

Rys. 16: Zrzut ekranu z programu Freeflight 6.7: „Tryb punktowy”



## Formaty plików

Dron ANAFI USA zapisuje pliki w następujących formatach:

- Zdjęcia:
  - Format: JPEG
  - Rozdzielczość: 1280x720
  - Tryby: pojedynczy / poklatkowy / położeniowy
- Filmy:
  - Format: MP4 (H264)
  - Rozdzielczość: 1280x720, 9 kl/s

## Mieszanie obrazu standardowego i IR

Aby zrekompensować niższą rozdzielczość zdjęć termowizyjnych i uzupełnić informacje, których taki obraz nie zawiera, dron ANAFI USA wyświetla obraz z obu kamer nałożony na siebie. Dane z kamery standardowej są dodawane do materiału wyjściowego, aby zaznaczyć kontury obiektów w danej scenie.

Mieszanie obrazów składa się z następujących kroków:

- pobranie obrazu standardowego;
- pobranie obrazu termowizyjnego;
- projekcja danych termowizyjnych;
- kolorowanie obrazu termowizyjnego;
- wyodrębnienie konturów obiektów;
- mieszanie.

## Bezpieczeństwo

Dron ANAFI USA zabezpiecza dane zapisywane lokalnie oraz wysyłane do sieci oraz chroni się przed próbami złośliwej modyfikacji oprogramowania.

### Integralność oprogramowania i ochrona drona

Oprogramowanie drona ANAFI USA jest cyfrowo podpisane, co daje pewność, że każda aktualizacja naprawdę pochodzi z firmy Parrot.

Dostęp do system operacyjny jest chroniony. Żaden mechanizm lokalny ani zdalny nie daje dostępu do wewnętrznego systemu drona.

### Szyfrowanie połączeń sieciowych

Połączenia sieciowe pomiędzy dronem i kontrolerem są uwierzytelniane i szyfrowane za pomocą algorytmu WPA2 (zgodnie z normą 802.1x). Algorytm opiera się na szyfrowaniu AES CCMP i 128-bitowych kluczach. Szyfrowanie AES CCMP zawiera mechanizm CBC-MAC, który zapewnia uwierzytelnienie i integralność połączeń sieciowych.

Dla każdej pary dron/kontroler generowany jest unikalny klucz. Ponadto użytkownik może zdefiniować swój własny klucz.

Ochrona szkieletowa 802.1x jest aktywna i chroni przed wszystkimi znanymi atakami dysocjacyjnymi, które mogłyby doprowadzić do przerwania pracy drona.

### Szyfrowanie karty SD

Szyfrowanie karty SD zapewnia poufność danych zapisanych w pamięci drona, nawet jeśli zostanie on utracony lub ukradziony.

Po aktywowaniu szyfrowania, filmy i zdjęcia są zapisywane na woluminie LUKS2 szyfrowanym za pomocą 512-bitowego algorytmu AES-XTS. Wykorzystanie unikalnego identyfikatora dla każdego woluminu pozwala na użycie wielu kart w różnych dronach.

Po zaszyfrowaniu karty SD, dostęp do danych bez klucza jest niemożliwy. Klucz jest przechowywany w aplikacji FreeFlight 6 i nie jest zapisywany na stałe w pamięci drona.

### Zarządzanie danymi

Domyślnie dron ANAFI USA, kontroler ani aplikacja FreeFlight 6 nie udostępniają żadnych danych ani firmie Parrot, ani nikomu innemu. Każdy użytkownik musi zdecydować, czy włączy udostępnianie danych, aby móc przechowywać plany lotów w chmurze, umożliwić obsługę techniczną dronów i pomóc firmie Parrot w rozwoju produktów i usług. Aby udostępniać dane anonimowo lub powiązać je ze swoim kontem Parrot, użytkownik musi aktywować opcję udostępniania danych, która jest domyślnie wyłączona.

## Strumieniowanie sygnału wideo

### Kluczowe cechy

- Kodowanie H264 z protokołami transmisji RTSP i RTP
- Strumień wideo jest kompatybilny z odtwarzaczami RTP, takimi jak VLC lub mplayer
- 720p, 30 kl/s, 5 Mbit/s
- Zaawansowane funkcje strumieniowania, aby zwiększyć odporność na błędy
- Kompatybilność ze standardami: ISO/IEC 14496-10 AVC / ITU-T H.264, RFC 3550, RFC 2326
- Zmniejszona latencja (<300 ms)
- Transmisja metadanych: telemetria, parametry strumienia

### Wydajność strumienia

Wydajność strumienia wideo drona ANAFI USA	
Rozdzielczość	720p
Klatki na sekundę	24/25/30
Prędkość transmisji	do 5 Mbit/s
Kodowanie	H.264, główny profil
Protokoły	RTSP i RTP (kompatybilne z VLC)
Latencja	<300 ms
Metadane	Telemetria drona i parametry strumienia

### Zastosowane algorytmy optymalizacji strumienia wideo

#### Zaawansowane kodowanie dla zwiększenia odporności na błędy

Strumień H264 minimalizuje wpływ utraty pakietów i ogranicza błędy.

- Algorytm łączy w sobie kodowanie plastrów z okresowym odświeżaniem. Obraz kodowany jest jako 45 plastrów o wysokości 16 pikseli, a potem odświeżany co 3 klatki w partiach po 5 plastrów (całkowite odświeżenie dokonuje się co 29 klatek).

#### Maskowanie błędów

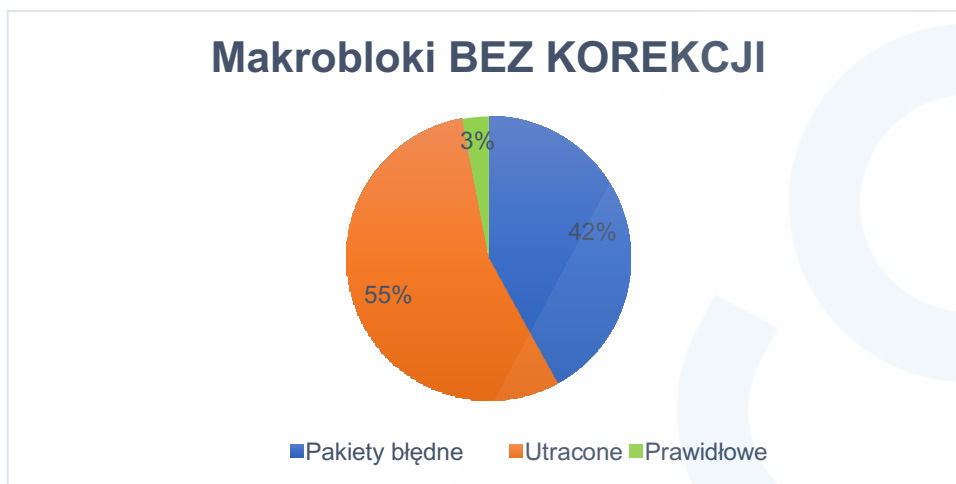
Ten algorytm zmniejsza wpływ utraty danych w sieci na obraz i zapewnia współdziałanie wszystkich dekoderów, zapewniając przy tym składniowo kompletny strumień: brakujące elementy obrazu są rekonstruowane jako pominięte fragmenty, identyczne z obrazem referencyjnym.

Dzięki temu błędy są ograniczone do fragmentów i nie obejmują całego obrazu.

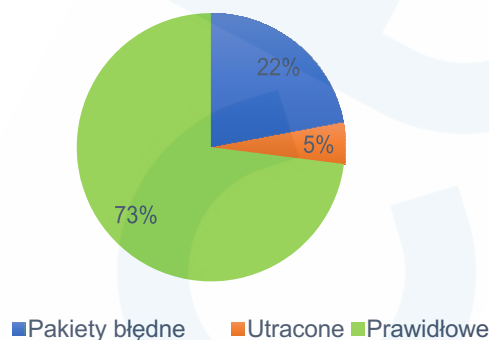
Poniższe wykresy obrazują wskaźnik prawidłowo dekodowanych makrobloków przy utracie pakietów na poziomie 5%, bez zaawansowanych funkcji strumieniowania i z nimi. Algorytm zapewnia prawidłowe dekodowanie 75% makrobloków. Dzięki temu użytkownik może kontynuować misję bez problemów związanych z zamrożonym obrazem lub utratą strumienia.



## Makrobloki BEZ KOREKCJI



## Makrobloki Z KOREKCJĄ



### *Kontrola przepelnienia pasma*

Ten algorytm w sposób ciągły skanuje pasma radiowe i Wi-Fi, aby uniknąć utraty pakietów i zmniejszyć latencję transmisji.

### *Metadane*

Metadane są transmitowane wraz ze strumieniem wideo. Zawierają informacje telemetryczne (m.in. pozycję, wysokość, prędkość, poziom baterii) i parametry strumienia wideo (m.in. kąt kamery, wartość ekspozycji, pole widzenia).

Synchronizacja obrazów i metadanych pozwala na uruchomienie funkcji, takich jak precyzyjne pozycjonowanie, wyświetlanie parametrów lotu na wyświetlaczu HUD oraz wykorzystanie elementów rozszerzonej rzeczywistości.

Metadane transmitowane są standardowymi metodami (rozszerzenie nagłówka RTP). Format danych, określony przez firmę Parrot, jest dostępny publicznie w SDK drona ANAFI USA.

### *SDK*

Narzędzia i algorytmy strumieniowania używane przez dron ANAFI USA są publicznie dostępne w Ground SDK firmy Parrot, obsługiwanym przez urządzenia przenośne (Android i iOS) i komputery (Linux, MacOS).

Algorytm maskowania błędów otwiera nowe możliwości w zakresie rozwoju oprogramowania, zapewniając lepszą jakość wideo w porównaniu ze standardowymi odtwarzaczami.

## Inteligentna bateria

### Kluczowe cechy

- 3 ogniwa o wysokiej gęstości (265 Wh/kg)
- Inteligentne zarządzanie energią
- Inteligentne ładowanie: wbudowana ładowarka USB-C
- Tryb zimowania: automatyczne rozładowanie i dezaktywacja, aby wydłużyć żywotność
- Czarna skrzynka: wbudowana historia baterii
- Klasa ochrony IP53

### Wydajność

Waga	195 g
Gęstość	205 Wh/kg
Czas ładowania	112 minut (USB-PD – Power Delivery – ładowarka)
Typ	Wysoka gęstość, wysokie napięcie 4,4 V
Ogniwa	3 x LiPo
Pojemność	3400 mAh
Ładowarka	USB-C
Żywotność	96% pojemności po 300 cyklach ładowania
Temperatura przechowywania	-20°C ÷ 40°C
Minimalna temperatura startu	-20°C
Maksymalna temperatura startu	60°C

### Funkcje

#### Inteligentne zarządzanie energią

Bateria drona ANAFI USA zawiera czujnik, który co 250 ms dokładnie mierzy napięcie, prąd ładowania lub rozładowania i temperaturę baterii. Przy użyciu danych z czujnika bateria określa poziom naładowania, pozostały czas pracy, wiek baterii oraz jej żywotność. Żywotność baterii to liczba określająca stosunek aktualnego stanu baterii do pojemności nominalnej – 3400 mAh.

Dokładna kontrola parametrów baterii pozwala na wprowadzenie funkcji „Smart RTH”. Dron ANAFI USA oblicza w czasie rzeczywistym ilość energii potrzebnej do powrotu do pozycji startowej. Po osiągnięciu wartości krytycznej dron automatycznie powraca do punktu, z którego wystartował.

#### Inteligentne ładowanie

Baterię drona ANAFI USA można łatwo i szybko naładować dowolnym zasilaczem USB-C, dzięki pierwszej w branży wbudowanej ładowarce o mocy 26 W. Jest ona kompatybilna z protokołem USB Power Delivery 3.0. Ten protokół pozwala na bardzo szybkie (112 minut) naładowanie baterii za pomocą zasilacza USB-PD 3.0 (profile 5 V, 9 V, 12 V, 15 V i 20 V). W komplecie z dronem dostarczana jest 5-portowa ładowarka zdolna do jednoczesnego ładowania 3 baterii, kontrolera Skycontroller 3 oraz smartfona lub tabletu.

## Zimowanie

Po 10 dniach bezczynności bateria automatycznie wchodzi w tryb zimowania, który utrzymuje ją na optymalnym poziomie naładowania (60% pojemności nominalnej), aby wydłużyć jej trwałość.

Ten tryb zapewnia najlepszą możliwą metodę przechowywania baterii. Eliminuje pobór prądu poprzez odłączenie ogniw od płyty głównej, dzięki czemu napięcie nie spada poniżej 3 V, co trwale uszkodziłoby baterię.

## Przechowywanie

Bateria może być przechowywana w normalnych warunkach przez 12 miesięcy, o ile napięcie ogniw będzie utrzymane powyżej granicy uszkodzenia (3 V).

## Interfejs USB-C On-the-Go

Gniazdo USB-C baterii może zapewnić zasilanie (maksymalny prąd 3 A) zewnętrznym urządzeniom, takim jak modem 4G, wykrywacz CO<sub>2</sub> lub inne urządzenie z gniazdem USB-C.

## Powerbank

Bateria może funkcjonować jako powerbank dla różnorodnych urządzeń (m.in. smartfony, tablety).

## Wskaźnik naładowania

4 diody LED wskazują poziom naładowania baterii w następujących przypadkach:

- gdy bateria jest ładowana;
- po naciśnięciu włącznika;
- po zainstalowaniu do włączonego drona ANAFI USA.

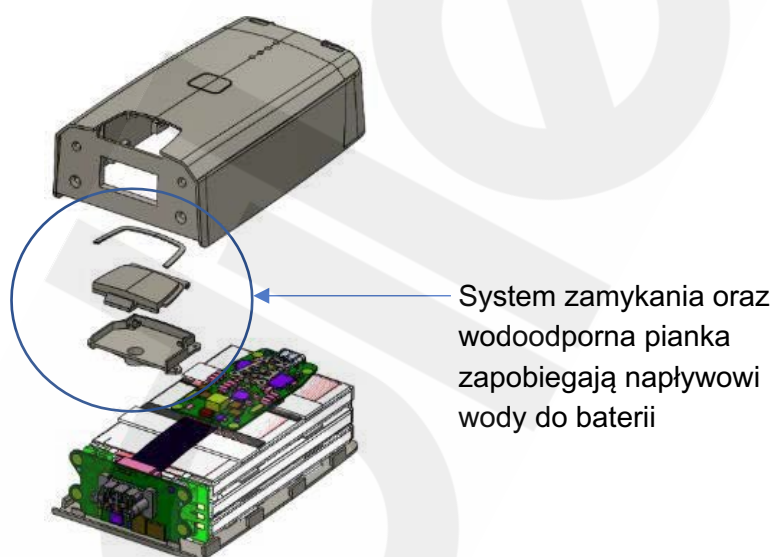
Poziom naładowania przedstawia pozostałą w baterii energię jako procent całkowitej energii, którą może ona zmagazynować.

## Certyfikat IP53

Bateria drona ANAFI USA została zaprojektowana tak, by spełnić wymagania klasy IP53 i jest wyposażona w mechaniczną pokrywę oraz powleczoną płytę główną, aby uniknąć oksydacji.

## Zabezpieczenie mechaniczne

Rys. 17: Wodoszczelna pokrywa



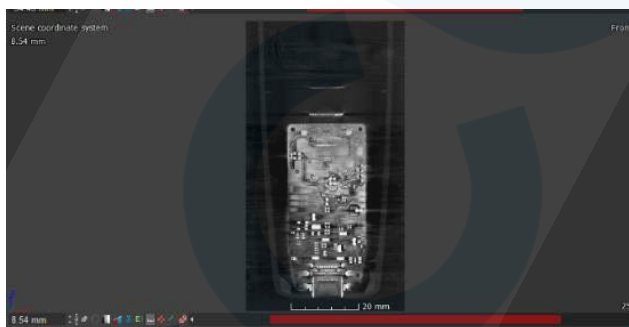
### Powłoka płyty głównej

Płyta główna baterii drona ANAFI USA jest pokryta cienką warstwą uretanu, który chroni elementy elektroniczne przed pogodą, zapobiega korozji, wydłuża ich żywotność i zwiększa bezpieczeństwo.

### Jakość

- Parrot posiada certyfikat ISO9001
- Baterie posiadają certyfikaty CE i FCC
- Baterie posiadają certyfikat transportowy UM383
- Kontrola jakości w fabryce dostawcy baterii: Parrot wprowadził podwyższony poziom kontroli jakości podczas produkcji baterii (audyty, wrywkowe kontrole), w tym również stanowiska testowe monitorujące każdy etap produkcji
- Kontrola produkcyjna: Parrot prowadzi kontrolę jakości w fabryce produkującej drony, każda bateria jest sprawdzana podczas produkcji i prowadzone są pomiary napięcia, natężenia prądu, impedancji, funkcji inteligentnych i trybu zimowania
- Parrot prowadzi wrywkowe testy jakościowe ogniw (ich montażu i połączeń) używając aparatów rentgenowskich i tomografów

Rys. 18: Prześwietlenie baterii drona ANAFI USA



- Sprawdzenie danych: dane dotyczące stanu baterii przechowywane przez firmę Parrot są sprawdzane co 4 miesiące.
- Aktualizacje oprogramowania: oprogramowanie baterii jest aktualizowane zdalnie (OTA), aby wprowadzić najnowsze usprawnienia i usunąć błędy.
- Tryb zimowania zapobiega degradacji baterii i zmniejsza ryzyko podczas przechowywania.
- Aplikacja FreeFlight 6.7 informuje użytkownika o uszkodzeniach baterii.



## Kontrola lotu i tryby lotu

### Kluczowe cechy

Kontroler lotu drona ANAFI USA zapewnia intuicyjne, łatwe sterowanie i nie wymaga wcześniejszego szkolenia. Kontroler automatyzuje wiele trybów i funkcji (planowanie lotu, tryb „Follow me”, tryb kamerzysty, start z ręki, funkcja „Smart RTH”).

### Kontroler lotu

#### Elementy

Kontroler lotu wykorzystuje procesor Ambarella H22, jednostkę IMU MPU-6000 Invensense, magnetometr AK8963 AKM, moduł GPS UBX-M8030U-BLOX, sonar, barometr i kamerę pionową. Oprogramowanie Parrot gromadzi dane ze wszystkich czujników, aby określić wysokość, pozycję i prędkość lotu drona.

#### Wydajność czujników

##### *Jednostka IMU Invensense MPU-6000*

##### 3-osiowy żyroskop

- Zakres pomiaru:  $\pm 2000^\circ/\text{s}$
- Rozdzielczość:  $0,03^\circ/\text{s}$
- Dokładność:  $\pm 7^\circ/\text{s}$  (po kompensacji)
- Stabilizacja temperaturowa ( $50^\circ\text{C}$ )

##### 3-osiowy akcelerometr

- Zakres pomiaru:  $\pm 16\text{ g}$
- Rozdzielczość:  $0,2\text{ mg}$
- Dokładność:  $\pm 15\text{ mg}$  (osie X-Y),  $\pm 67\text{ mg}$  (oś Z) (po kompensacji)
- Kalibracja termiczna i stabilizacja przy temperaturze:  $50^\circ\text{C} \pm 0,1^\circ\text{C}$
- Częstotliwość pomiarów:  $1\text{ kHz}$

##### *Magnetometr ST Microelectronics LIS2MDL*

- Zakres pomiaru:  $\pm 49\text{ gausów}$
- Rozdzielczość:  $0,006\text{ gausa}$

##### *Barometr ST Microelectronics LPS22HB*

- Zakres pomiaru:  $260\text{-}1260\text{ hPa}$
- Rozdzielczość:  $0,0002\text{ hPa}$
- Dokładność:  $\pm 0,1\text{ hPa}$
- Częstotliwość pomiarów:  $75\text{ Hz}$
- Szum pomiarowy:  $20\text{ cm RMS}$

##### *Moduł GPS UBX-M8030-BLOX*

- Czułość: zimny start  $-148\text{ dBm}$  / śledzenie i nawigacja  $-167\text{ dBm}$
- Czas ustalenia pozycji:  $35\text{ sekund}$
- Dokładność położenia:  $1,2\text{ m}$  (odchylenie standardowe)
- Dokładność pomiaru prędkości:  $0,5\text{ m/s}$  (odchylenie standardowe)
- Aktywne systemy: GPS, Glonass i Galileo\*

\*System Beidou nie jest aktywny.

### *Sonar (pomiar wysokości)*

- Częstotliwość działania: 40 kHz
- Częstotliwość pomiarów: 17 Hz
- Maksymalny zasięg nad betonem: 5 m
- Maksymalny zasięg nad trawą: 2 m

### *Kamera pionowa (optyczny pomiar prędkości i wysokości)*

- Matryca: MX388
- Rozdzielczość: 640x480
- Migawka
- Czarno-biała
- Pole widzenia: 53,7°
- Pionowe pole widzenia: 41,5°
- Przysłona: f/2.8
- Obliczanie prędkości względem ziemi z częstotliwością 60 Hz
- Podczas zawisu i lądowania, położenie względem POI mierzone z częstotliwością 15 Hz
- Szacowanie prędkości: 160x120 pikseli, 60 kl/s
- Precyzyjny zawis: 160x120 pikseli, 15 kl/s

### *Powłoka płyty głównej*

Płyta główna drona ANAFI USA jest pokryta cienką warstwą uretanu, który chroni elementy elektroniczne przed pogodą, zapobiega korozji, wydłuża ich żywotność i zwiększa bezpieczeństwo.

### *Algorytm szacowania*

Algorytm szacuje parametry drona. Rozszerzony filtr Kalmana zbiera dane ze wszystkich czujników, aby monitorować 18 parametrów fizycznych:

- prędkość w odniesieniu do trzech osi (x, y, z)
- położenie ( $\Phi\Theta\Psi$ : obrót, pochylenie i przechylenie)
- błąd akcelerometru (osie x, y, z)
- błąd żyroskopu
- błąd barometru
- pozycja na osiach x, y, z na płaszczyźnie północ-wschód-dół (NED)
- wiatr na osiach x, y na płaszczyźnie NED

Błąd magnetometru (x, y i z) jest szacowany na podstawie danych z żyroskopu i magnetometru.

Odległość od ziemi jest szacowana na podstawie prędkości pionowej oraz danych optycznych z kamery pionowej.

Współczynnik korygujący siły ciągu jest obliczany na podstawie różnicy pomiędzy przyspieszeniem wynikającym z równania dynamicznego drona na osi z oraz wartością zmierzoną przez akcelerometr. Ten współczynnik pozwala kontrolować wyważenie drona i kompensować wagę własną.

### *Pętla kontrolna*

Pętla kontrolna działa z częstotliwością 200 Hz. Zarządza instrukcjami wysyłanymi do silników, w tym dotyczącymi wysokości, pozycji i położenia, a także kontroluje przenikanie komend.

### *Instrukcje dotyczące wysokości*

- Generowanie trajektorii i sprzężenia wyprzedzającego korzysta z modelu: oddziela dynamikę trajektorii od odrzucenia zakłóceń redukując liczbę błędów
- Kontrola wysokości typu PID

### *Pętla kontroli pozycji*

- Generowanie trajektorii i sprzężenia wyprzedzającego korzysta z modelu: oddziela dynamikę trajektorii od odrzucenia zakłóceń redukując liczbę błędów
- Kontrola pozycji typu PID
- Korekcja wpływu wiatru

### *Instrukcje dotyczące położenia*

- Generowanie trajektorii i sprzężenia wyprzedzającego korzysta z modelu: oddziela dynamikę trajektorii od odrzucenia zakłóceń redukując liczbę błędów
- Kontrola położenia typu PID
- Kompensacja momentu obrotowego
- Szacowanie zewnętrznych momentów obrotowych

### *Przenikanie komend*

- Łączenie instrukcji dotyczących wysokości i położenia przed wysłaniem instrukcji do silników
- Przyjęto następujący priorytet instrukcji:
  - Pochylenie
  - Obrót
  - Wysokościowe sprzężenie wyprzedzające
  - Przechylenie
  - Wysokość

## Tryby lotu

### Precyzyjny zawis

Podczas zawisu kamera pionowa obserwuje punkt odniesienia. Obraz jest porównywany z kolejnymi klatkami z częstotliwością 15 Hz. Algorytm oblicza ruch kamery, który minimalizuje błąd reprojekcji pomiędzy obrazem referencyjnym a aktualnym. Ten ruch jest wykorzystywany jako instrukcje dla autopilota.

Dron ANAFI USA na wysokości 1 m jest stabilny w obrębie kuli o średnicy 1,5 cm.

Algorytm pozwala również na stabilizację przechylenia i poprawia ogólną stabilizację obrazu.

### Precyzyjny powrót do domu (RTH)

Na koniec sekwencji startowej kamera pionowa robi zdjęcie. Gdy dron ląduje lub wchodzi w zawis nad punktem RTH, algorytm robi nowe zdjęcie. Następnie algorytm oblicza błąd reprojekcji pomiędzy tymi obrazami i wykorzystuje go jako instrukcje dla autopilota.

### Tryb „Smart RTH”

Dron śledzi ilość energii potrzebną na powrót do punktu startu. Analizuje przebytą odległość i siłę wiatru i porównuje te wartości do pozostałego poziomu baterii. Gdy margines bezpieczeństwa jest mały, funkcja RTH jest uruchamiana automatycznie, ale proces ten może zostać anulowany przez użytkownika.

### Automatyczny start

Dron stabilizuje lot na wysokości 1 m i wchodzi w zawis. Korzysta z GPS oraz kamery pionowej, aby utrzymać pozycję, nawet przy silnym wietrze.

### Start z ręki

Silniki drona zaczynają pracować z minimalną prędkością i czekają na wyrzut. Następnie dron stabilizuje lot na wysokości, na którą został wyrzucony.

### Lot na małej wysokości

Dron może lecieć na wysokości 50 cm bez odczuwania negatywnych efektów.

### Automatyczne lądowanie

Niezależnie od wysokości lotu, gdy poziom baterii zbliża się do granicy bezpiecznego lądowania, procedura awaryjnego lądowania rozpoczyna się automatycznie. Użytkownik może sterować dronem w płaszczyźnie poziomej, ale nie może anulować lądowania.

### Tryby sterowania

#### Ręczny

Kontroler Parrot Skycontroller 3 pozwala na lot w czterech różnych trybach.

	Lewy drążek	Prawy drążek
Tryb 1	Wysokość i obrót	Kierunek
Tryb 2	Kierunek	Wysokość i obrót
Tryb 3	Przyspieszenie i obrót	Wysokość i obrót
Tryb 4	Wysokość i obrót	Przyspieszenie i obrót

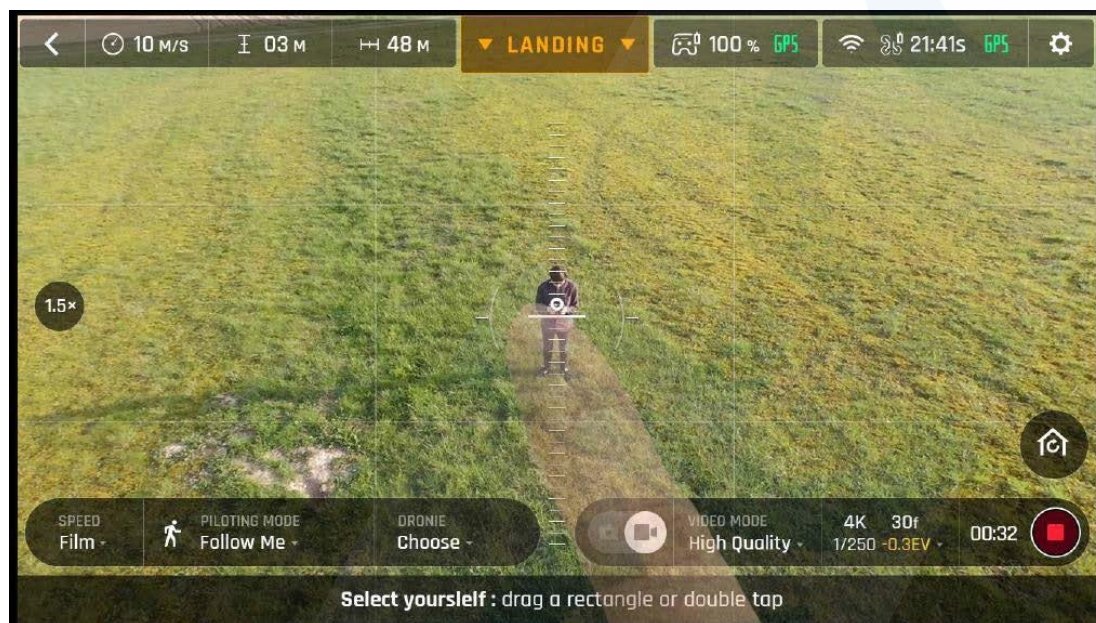


## Automatyczny

### Tryb „Follow me”

Użytkownik oznacza się na ekranie (poprzez podwójne dotknięcie lub przeciągnięcie palcem). Dron ANAFI USA śledzi użytkownika z odległości do 30 m.

Rys. 19: Zrzut ekranu funkcji „Follow me”



Tryb „Follow me” korzysta ze śledzenia wizualnego i pozycji GPS.

Śledzenie wizualne wykorzystuje:

- 1) model ruchu celu w odniesieniu do pozycji drona;
- 2) algorytm śledzenia wizualnego (strumień optyczny i uczenie oparte o maszynę SVM);
- 3) algorytm segmentacji celu.

Algorytm SVM rozpoczyna śledzenie za pomocą jednego obrazu i wciąż aktualizuje rozpoznawany cel. Algorytm radzi sobie ze zmianą sylwetki celu, na przykład gdy śledzony pojazd skręci i jest widziany z boku, a potem z tyłu.

Algorytm jest pewny: konwolucyjna sieć neuronowa identyfikuje obiekt niezależnie od kierunku obserwacji. Jest zoptymalizowany do użytku na urządzeniach przenośnych.

Ta konwolucyjna sieć neuronowa uczy się korzystając z publicznych baz danych VOC i COCO, a następnie dostrajana przy użyciu zdjęć z dronów firmy Parrot, co zapewnia dużą niezawodność.

Sieć neuronowa rozpoznaje samochody i pieszych:

- Wysokość celu > 1/3 wielkości obrazu: poziom detekcji 100%
- Wysokość celu > 1/8 wielkości obrazu: poziom detekcji 66%
- Wysokość celu > 1/15 wielkości obrazu: poziom detekcji 50%

Na końcu filtr Kalmana łączy ze sobą dane wizualne z pozycją GPS.

### Tryb kamerzysty

Ten tryb polega na wybraniu celu (osoby, pojazdu, budynku, zwierzęcia) na ekranie (poprzez podwójne dotknięcie lub przeciągnięcie palcem). W tym trybie kamera utrzymuje obiekt w kadrze (z odległości do 30 m, w zależności od wielkości celu).

Śledzenie wizualne korzysta z tego samego algorytmu, co tryb „Follow me”.

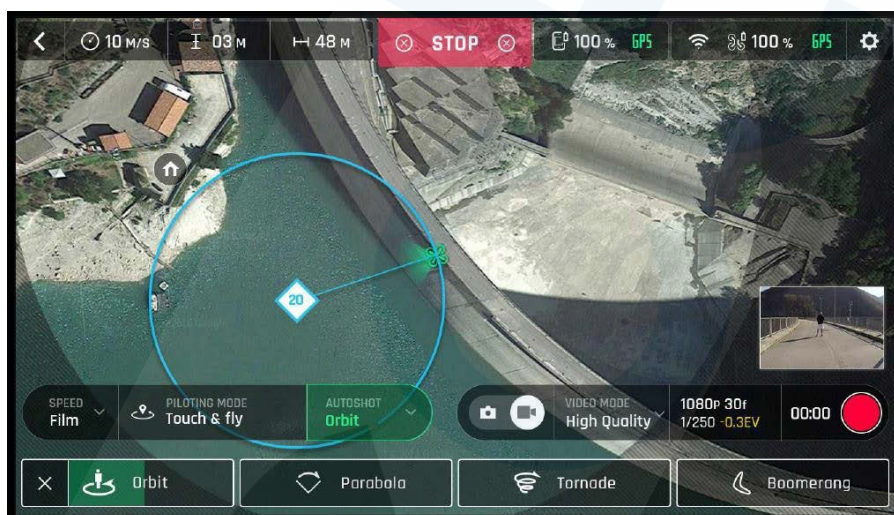
Algorytm (sieć neuronowa i własny system SI) dostosowuje się do zmian kształtu i kierunku poruszania się celu.

Pilot może skoncentrować się na locie, podczas gdy kamera automatycznie zmienia swoją wysokość i pochylenie, aby utrzymać cel w kadrze.

### Tryb „Touch & Fly”

Tryb „Touch & Fly” pozwala użytkownikowi określić cel lotu poprzez dotknięcie ekranu. Współrzędne wybranego celu są wysyłane do drona.

Rys. 20: Zrzut ekranu funkcji „Touch & Fly”

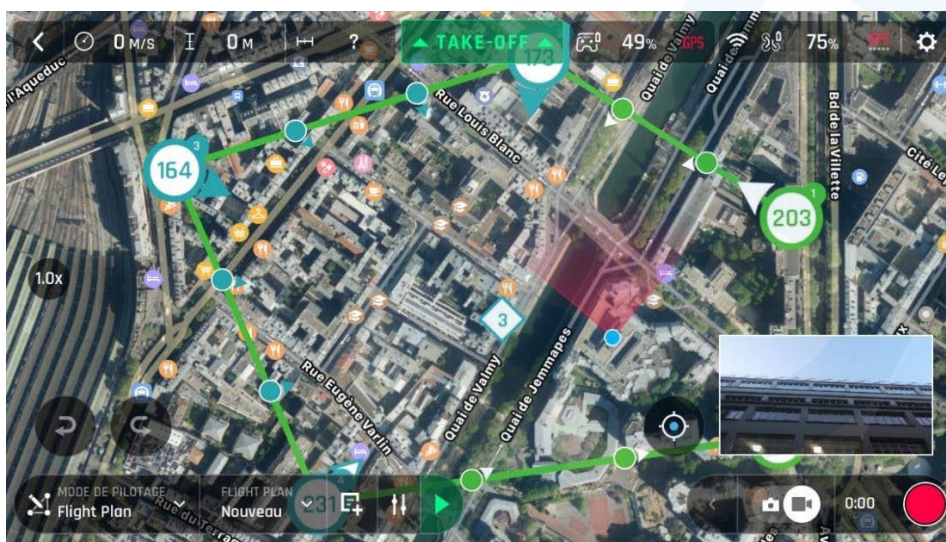


### Planowanie lotu

Funkcja planowania lotu w aplikacji FreeFlight 6 pozwala użytkownikowi przygotować misję na ekranie urządzenia poprzez wybranie punktów trasy, określenie wysokości i kierunku patrzenia kamery. Firma Parrot uprościła sposób planowania misji, który zwykle jest skomplikowanym zadaniem. Każdy plan lotu może być zapisywany i edytowany bez ograniczeń.

Praca nad planem lotu jest możliwa nawet bez połączenia radiowego.

Rys. 21 Zrzut ekranu funkcji planowania lotu



### Lot automatyczny

Funkcja „Cineshot” w aplikacji FreeFlight 6.7 umożliwia 4 automatyczne ujęcia (360, Reveal, Spiral, Epic). Firma Parrot może również na zamówienie zaprogramować i zautomatyzować konkretne sekwencje ujęć.



## Aplikacja FreeFlight 6.7

### Kluczowe cechy

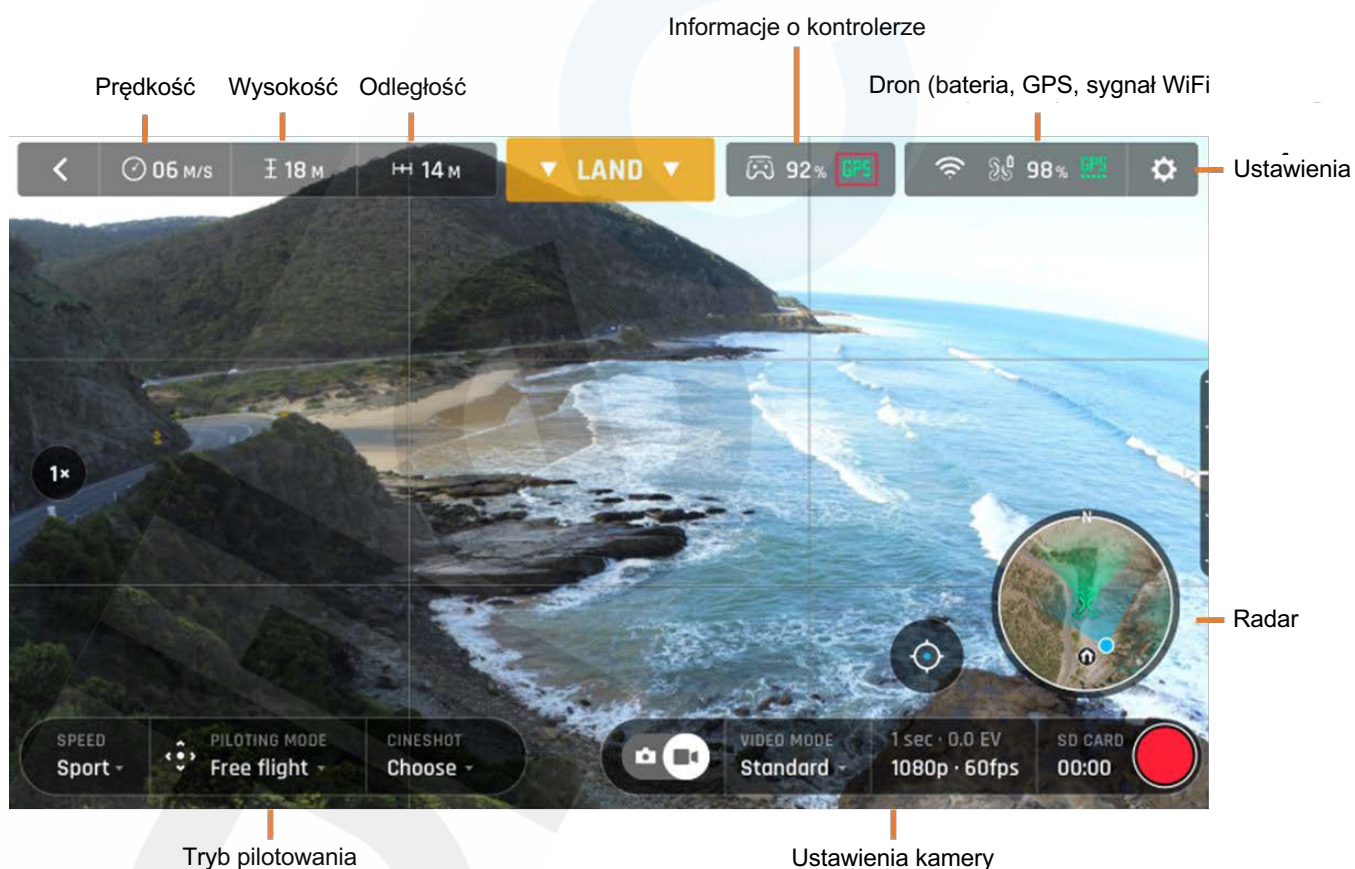
- Aplikacja FreeFlight 6.7 nie służy tylko do pilotowania drona, stanowi też kompletny interfejs sterowania ustawieniami lotu, fotografowania i filmowania. Może współpracować z kontrolerem Parrot Skycontroller 3 lub działać wyłącznie na urządzeniu przenośnym.
- Dron ANAFI USA jest gotowy do lotu w 55 sekund, co stanowi najlepszy wynik w branży.

### HUD

Wyświetlacz HUD to ergonomiczny interfejs aplikacji FreeFlight 6, który w jednym miejscu pokazuje parametry lotu, ustawienia oraz dane telemetryczne:

- Wysokość lotu
- Odległość
- Współrzędne GPS
- Poziom baterii drona
- Poziom baterii kontrolera
- Radar

Rys. 22: Interfejs aplikacji FreeFlight 6.7





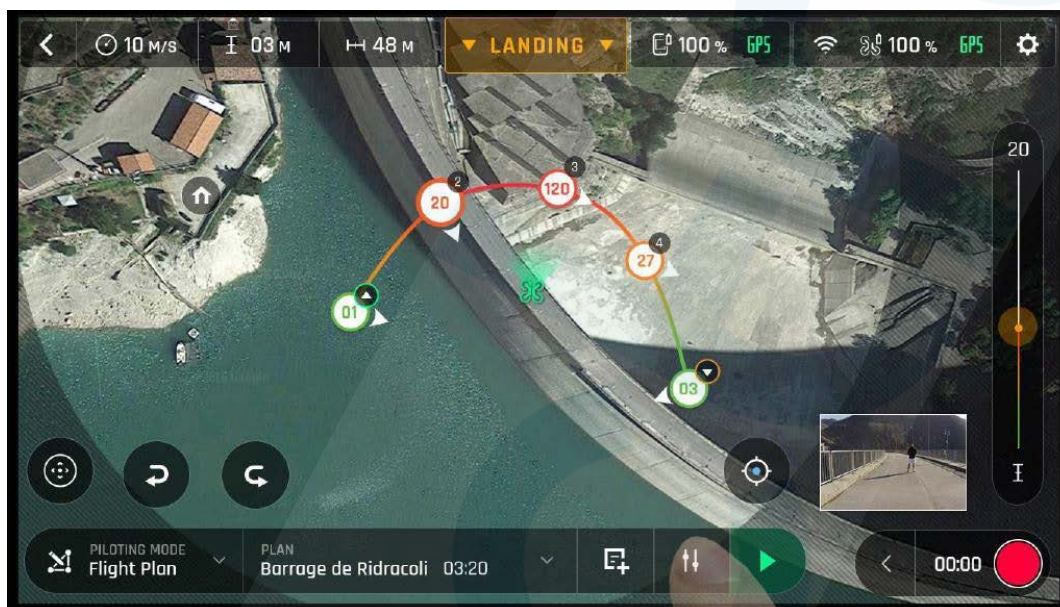
## Interfejs planowania lotu

Każdy plan lotu jest programowany poprzez punkty trasy.

Wysokość i kierunek patrzenia kamery jest określany dla każdego punktu trasy. Prędkość drona pomiędzy każdą parą punktów może być zmieniana. Kamera może być skierowana na punkt POI, tak że dron podczas lotu cały czas obserwuje dany punkt.

Uwaga: liczba zapisanych planów lotu nie jest ograniczona w oprogramowaniu.

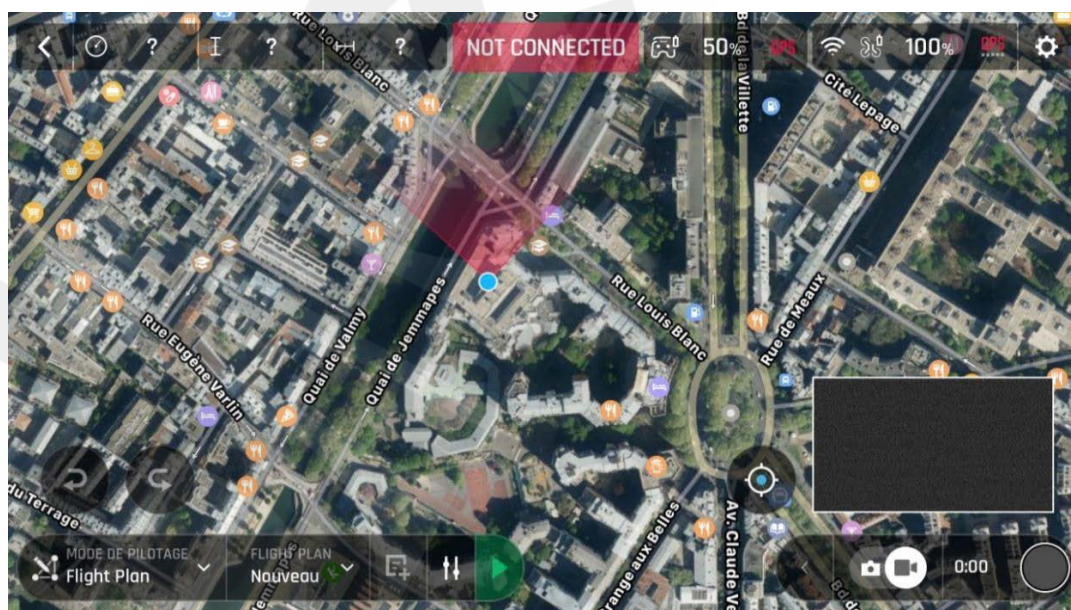
Rys. 23: Zrzut ekranu planowania lotu



## Dane mapy

Dostępne dane kartograficzne: iOS lub Android – inne dane są dostępne na zamówienie.

Rys. 24: Mapa iOS



## Wyświetlanie materiałów

Transfer materiałów jest możliwy bezpośrednio z drona ANAFI USA za pomocą kabla USB, bez wyjmowania karty microSD. Możliwe jest również przenoszenie materiałów z galerii aplikacji FreeFlight 6.7 do urządzenia przenośnego. Podwójna galeria w aplikacji pokazuje oddzielnie materiały znajdujące się na karcie microSD i pobrane na urządzenie.

## Automatyczne aktualizacje

Aktualizacje aplikacji FreeFlight 6 mogą zawierać również aktualizacje następujących elementów:

- Oprogramowanie sprzętowe drona
- Oprogramowanie sprzętowe baterii
- Oprogramowanie modułu GPS
- Oprogramowanie sprzętowe chipsetu WiFi
- Oprogramowanie sprzętowe kontrolera Parrot Skycontroller 3

## GSDK

SDK drona ANAFI USA jest dostępne publicznie i zawiera:

### *GroundSDK: dostępne na system iOS (Swift i Objective C) i Android (JAVA)*

Szkielet GroundSDK pozwala użytkownikowi na rozwój własnych aplikacji, bazujących na kontrolowaniu lub strumieniowaniu wideo z drona ANAFI USA. GroundSDK i wszystkie powiązane biblioteki są dostępne jako otwarty pakiet gotowy do kompilacji, oraz jako CocoaPod (iOS) i ARR (Android).

Kod jest udostępniony na licencji BSD-3 i zawiera instrukcję instalacji, dokumentację API oraz aplikację demonstracyjną.

### *PDrAW: dostępne na systemach Unix (Linux i MacOS)*

PDrAW to pakiet bibliotek i narzędzi pozwalający użytkownikowi wykorzystywać strumień wideo (RTP) oraz nagrane filmy (MP4).

PDrAW jest wykorzystywany przez GroundSDK na Androidzie i iOS oraz może być używany niezależnie w środowiku Linux lub MacOS.

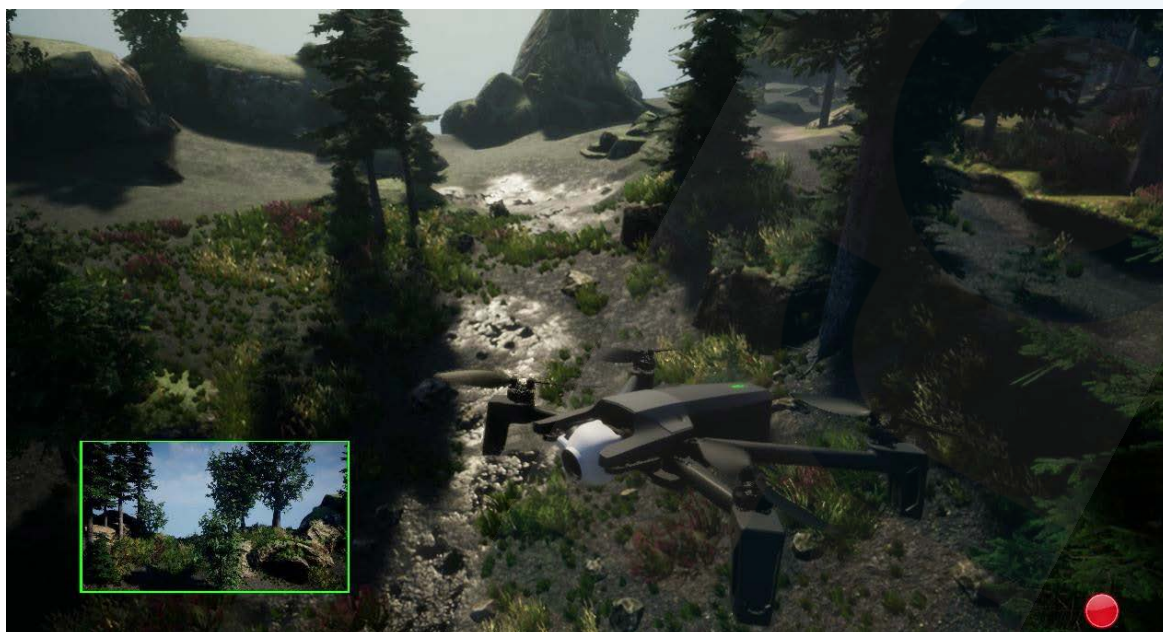
Cały pakiet PDrAW jest dostępny jako otwarty kod. Kod jest udostępniony na licencji BSD-3 i zawiera instrukcję instalacji oraz dokumentację API.

### *Symulator Sphinx*

Ten komputerowy symulator pozwala na symulowanie drona ANAFI USA w 3D w czasie rzeczywistym. Sphinx opiera się na otwartym oprogramowaniu robotycznym Gazebo.

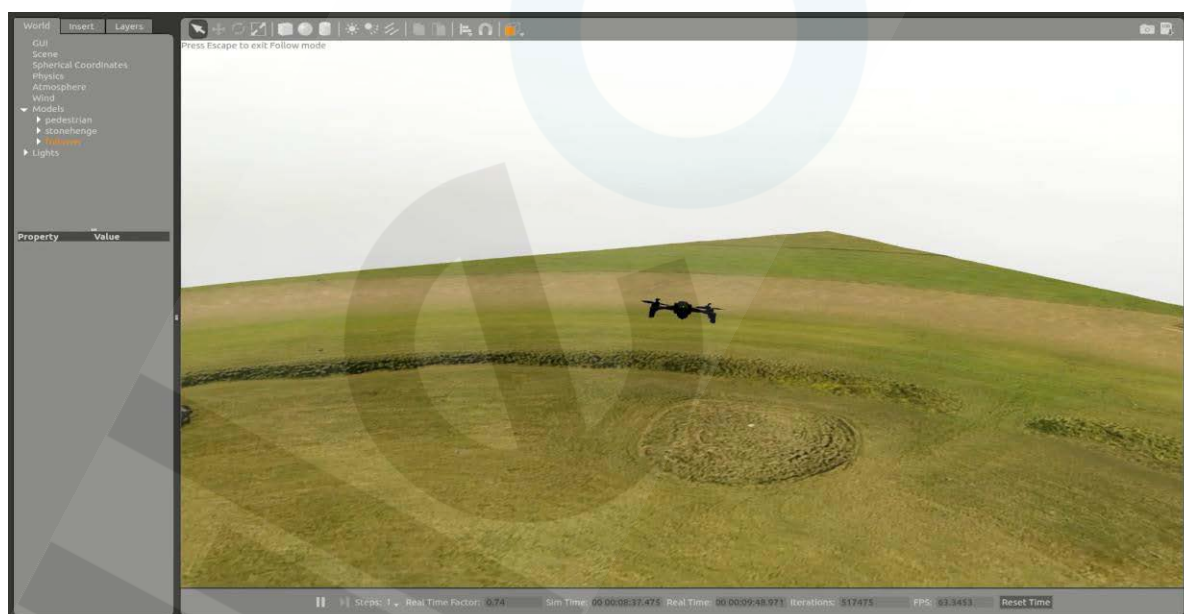


Rys. 25: Symulacja w oprogramowaniu Sphinx



Oprogramowanie sprzętowe drona ANAFI USA na emulowanym sprzęcie (kamera, czujniki i siłowniki) jest identyczne z prawdziwym. Symulator pozwala na automatyczne testowanie oraz zmiany urządzeń peryferyjnych przeprowadzane w czasie rzeczywistym.

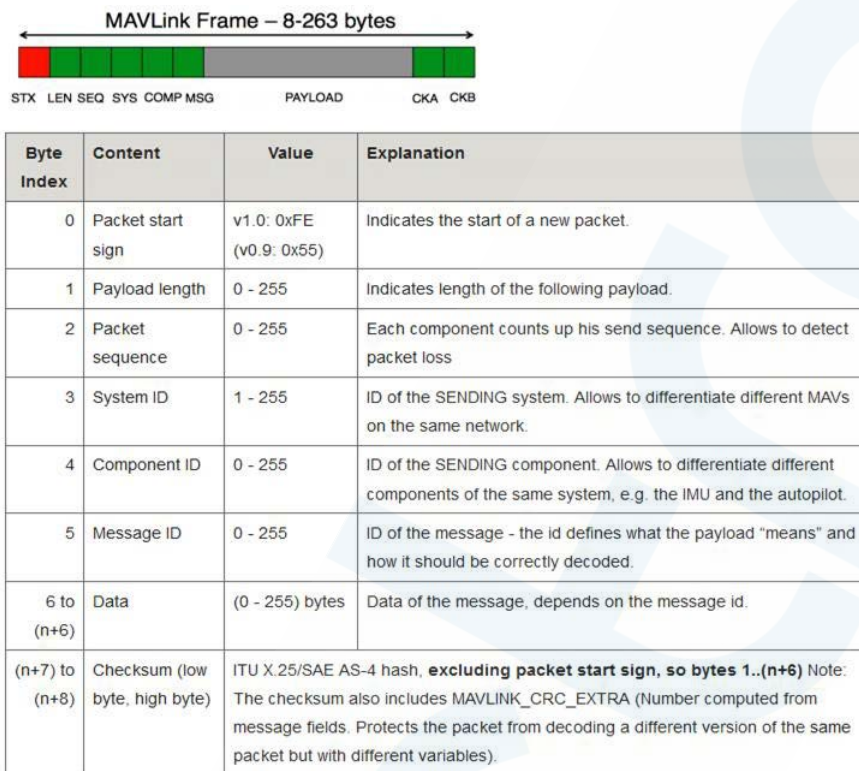
Rys. 26: Zrzut ekranu symulatora Sphinx



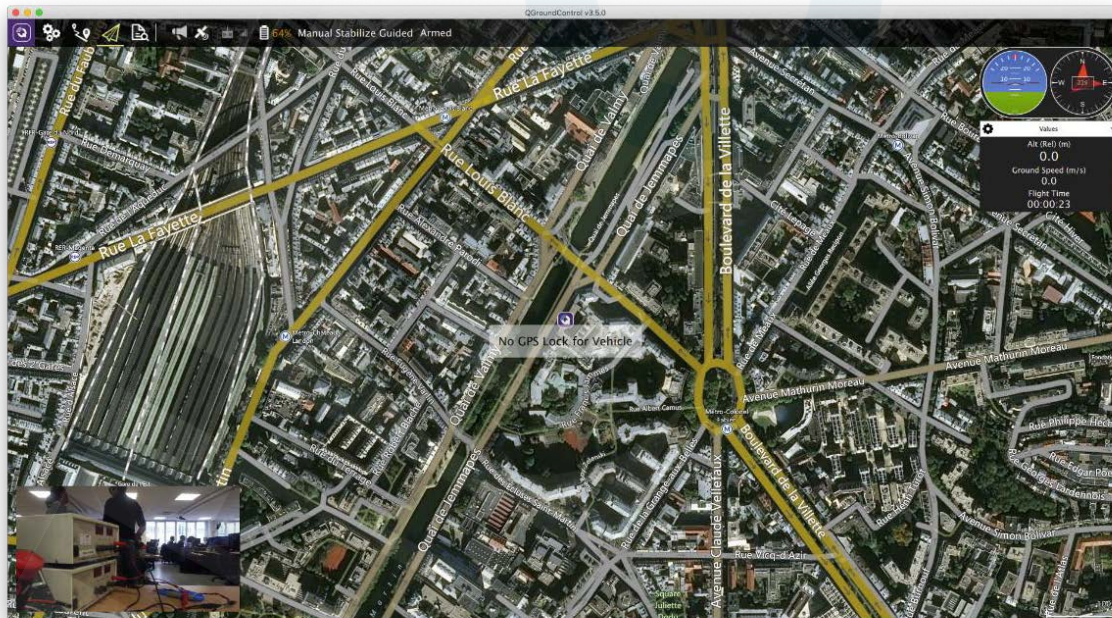
### Kompatybilność z protokołem MAVLink

Platforma ANAFI USA jest kompatybilna z otwartym protokołem MAVLink v1, który pozwala na wymianę danych pomiędzy dronem i stacją kontrolną w czasie rzeczywistym. Dron może być pilotowany ręcznie lub poprzez automatyczny plan lotu z dowolnej stacji MAVLink V1, takiej jak QGroundControl.

Rys. 27: Protokół MAVLink



Rys. 28: Interfejs stacji QGroundControl





## Narzędzia kompatybilne z dronem ANAFI USA

Dron ANAFI USA jest kompatybilny z poniższymi narzędziami.

### Pix4Dreact

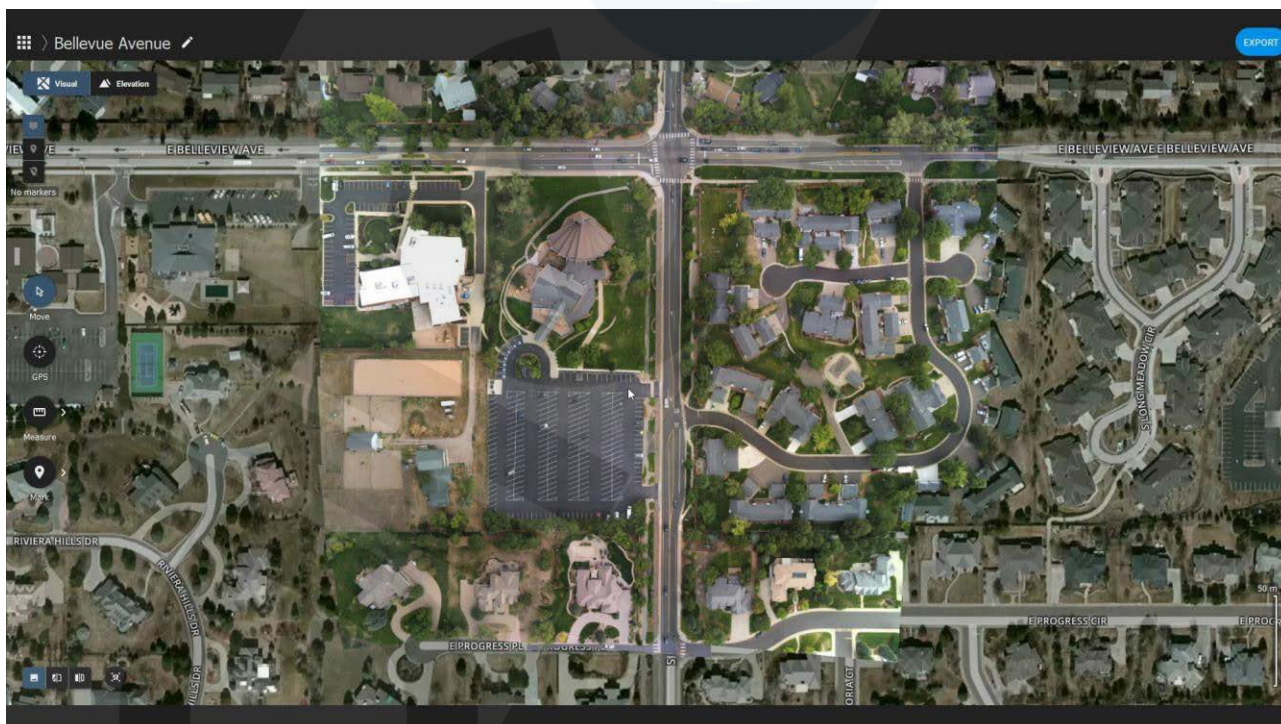


#### Kluczowe cechy

- Pix4Dreact korzysta ze zdjęć wykonanych przez dron ANAFI USA, aby generować aktualne i dokładne mapy 2D o wysokiej rozdzielczości w sytuacjach nadzwyczajnych.
- Mapa 2D jest generowana na komputerze przenośnym w zaledwie kilka minut.
- Połączenie internetowe nie jest potrzebne.

Program Pix4Dcapture tworzy automatyczny plan lotu, który pozwala dronowi ANAFI USA wykonać serię zdjęć, które składają się na mapę. Obrazy są pobierane na komputer i automatycznie przetwarzane, by wygenerować mapę. Po stworzeniu mapy użytkownik może umieszczać na mapie znaczniki i udostępniać punkty POI. Dodatkowo Pix4Dreact umożliwia pomiary odległości i pola powierzchni obszarów, aby tworzyć jak najdokładniejsze plany misji taktycznych.

Rys. 29: Przykład mapy 2D wygenerowanej przez program Pix4Dreact



## Kittyhawk



Kittyhawk ujednocza misję, dron i dane, aby zapewnić bezpieczne i skuteczne operacje dronowe.

## Survae



Survae zapewnia jednolity sposób zarządzania, wyszukiwania i wizualizacji ogromnych zbiorów filmów, zdjęć i danych, korzystając z map jako podstawy organizacji tych danych. Korzystaj z wyszukiwania relacyjnego, geoprzestrzennego, czasowego i przestrzenno-hierarchicznego, aby znaleźć wydarzenia, miejsca i obiekty z różnorodnych punktów widzenia.

## Planck Aerosystems



Firma Planck Aerosystems wierzy, że autonomiczne technologie robotyczne oferują wielu branżom rewolucyjne korzyści. Planck jest zaangażowany w przenoszenie korzyści związanych z technologią dronową na nowe rynki i zastosowania. Chce sprawić, by drony stały się prostsze, bezpieczniejsze i bardziej inteligentne.

## DroneSense



DroneSense to wszechstronne rozwiązanie, które pozwala organizacjom z branży bezpieczeństwa publicznego zbudować, zarządzać i rozwijać programy dronowe.

## DroneLogbook



Zarządzanie danymi i analiza lotów dronów: DroneLogbook zapewnia bibliotekę cyfrowych dokumentów z niestandardowymi listami kontrolnymi i formularzami oceny ryzyka.

## Skyward



Oprogramowanie, usługi, szkolenia i łączność zapewniane przez Skyward zapewniają kontrolę organizacyjną dronów na każdym etapie, na najwyższym poziomie. Skyward należy do Verizon.

## Hoverseen



Hoverseen specjalizuje się w dostarczaniu gotowych rozwiązań opartych na dronach.