

Projektanci Edukacji

Od pomysłu do Projektu

2023/2024

**Autonomiczne systemy bezzałogowe
z zastosowaniem w ratownictwie**

**Technikum Elektroniczno-Mechaniczne
Centrum Kształcenia Zawodowego i Ustawicznego**

1	Wstęp	3
2	Streszczenie projektu	4
3	Część teoretyczna.....	5
3.1	Parametry i charakterystyka odbiornika telemetrycznego	5
3.2	Parametry i charakterystyka silnika bezszczotkowego	7
3.3	Charakterystyka oraz specyfikacja baterii.....	9
3.4	Działanie i budowa nagłośnienia.....	10
3.5	Kamera wizyjna	12
3.6	Kamera termowizyjna	13
3	Źródła	15

1 Wstęp

Projekt zakłada stworzenie autonomicznych systemów bezzałogowych (dronów) wyposażonych w zaawansowane technologie, takie jak kamery termowizyjne, czujniki chemiczne oraz systemy łączności i komunikacji. Te drony będą zdolne do szybkiego reagowania na różnego rodzaju sytuacje kryzysowe, w tym pożary, wycieki substancji niebezpiecznych, poszukiwaniach osób zaginionych oraz komunikacji z obywatelami podczas zabezpieczeń obszarów zagrożonych. Drony będą w stanie dostarczać dokładne informacje i wsparcie na miejscu zdarzenia, co przyczyni się do poprawy skuteczności działań ratowniczych a także dla bezpieczeństwa obywateli.

2 Streszczenie projektu

Autonomiczne systemy bezzałogowe z zastosowaniem w ratownictwie to projekt rozwijany przez trzech uczniów: Damiana Illmanna, Dominika Sikorskiego oraz Mikołaja Skibickiego. Projekt ma na celu udoskonalanie prac służb ratunkowych oraz skrócenie ich czasu przybycia na miejsce, jest to możliwe dzięki wykorzystaniu kamer, czujników oraz głośników które zostały zabudowane do wnętrza konstrukcji, wszystkie czujniki na bieżąco transferują informacje do centrum dowodzenia. Dolna część konstrukcji została zaprojektowana w sposób ułatwiający łatwiejszą wymianę urządzeń ratowniczych. Dołożyliśmy wszelkich starań, aby dron był komfortowy w eksploatacji a wymiana uszkodzonych elementów odbywała się w łatwy i nieskomplikowany sposób dla operatora, dlatego w projekcie zastosowano szybko złączki oraz zaczepy. Wybierając zasilanie dla jednostki latającej postawiliśmy na lekki i wydajny akumulator, umożliwiający jego dłuższe działanie, ponadto komponenty, których użyto do projektu zostały dobrane według odpowiednich kryteriów. Obudowa jednostki latającej została wydrukowana za pomocą technologii druku 3D, która jest powszechna i dostępna dla każdego. Wierzymy, że projekt będzie ogólnodostępny dla służb co pomoże udoskonalić ich działania ratownicze.

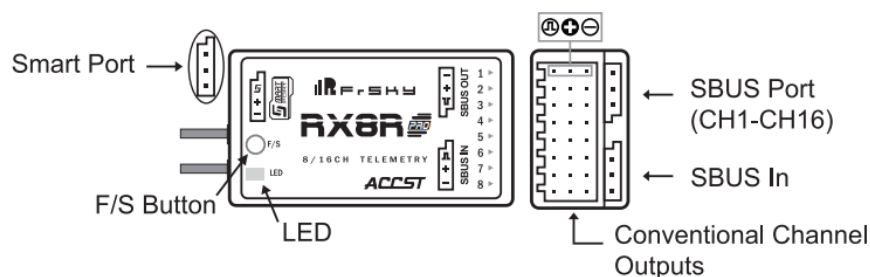
2 A summary of the project

Autonomous unmanned systems used in rescue services is a project developed by three students: Damian Illmann, Dominik Sikorski and Mikołaj Skibicki. The project aims to improve the work of emergency services and shorten their arrival time on site. This is possible thanks to the use of cameras, sensors and loudspeakers built inside the structure, all sensors constantly transfer information to the command center. The lower part of the structure has been designed to facilitate easier replacement of rescue devices. We have made every effort to ensure that the drone is comfortable to use, and that the replacement of damaged elements is easy and uncomplicated for the operator, which is why the design uses quick connectors and hooks. When choosing the power supply for the flying unit, we focused on a light and efficient battery, enabling its longer operation, and the components used in the project were selected according to appropriate criteria. The casing of the flying unit was printed using 3D printing technology, which is common and available to everyone. We believe that the project will be publicly available to the services, which will help improve their rescue operations.

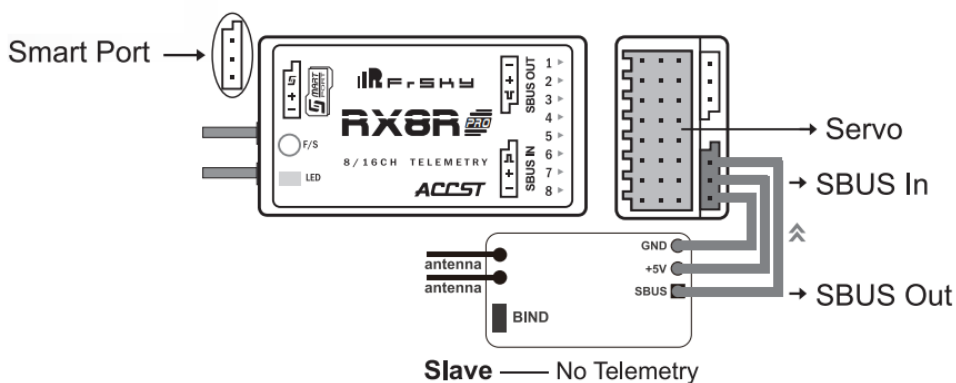
3 Część teoretyczna

3.1 Parametry i charakterystyka odbiornika telemetrycznego

Z myślą o osiągnięciu doskonałej wydajności przy niewielkich rozmiarach i wadze postawiliśmy na odbiornik telemetryczny FrSky RX8R PRO. Waga wynosząca zaledwie 14.8 g, a wymiary 46.3 mm x 26.6 mm x 14.2 mm sprawiają, że jest to jedno z najlżejszych i niewielkich urządzeń na rynku w swojej klasie. Odbiornik ten oferuje aż 16 kanałów, co pozwala na elastyczną konfigurację w zależności od potrzeb. Kanały 1-8 można obsługiwać w trybie PWM (ang. Pulse Width Modulation, który oznacza modulację szerokości impulsów), podczas gdy kanały 9-16 mogą być dostępne zarówno w trybie PWM z konwencjonalnych wyjść kanałów, jak i w trybie SBUS (ang. Sub Business Unit, to system magistrali komputerowej) na porcie dedykowanym SBUS. Zakres napięcia pracy wynoszący od 3.5 V do 10 V umożliwia szerokie zastosowanie tego odbiornika w różnych konfiguracjach zasilania, co jest istotne w różnych aplikacjach. Prąd roboczy wynoszący 100 mA/5V jest na niskim poziomie, co przyczynia się do efektywności energetycznej. Co istotne, odbiornik RX8R PRO ma imponujący zasięg działania, przekraczający 1,5 km, co czyni go odpowiednim wyborem nawet w bardziej wymagających scenariuszach zastosowania.



Rys. 3.1.1 Schemat odbiornika telemetrycznego [1]



Rys. 3.1.2 Schemat odbiornika telemetrycznego [1]

Rys. 3.1.1/3.1.2 Opisuje poszczególne elementy odbiornika telemetrycznego.

- Smart Port to interfejs transmisji cyfrowej umożliwiający pełno duplexową komunikację oraz podłączenie różnych urządzeń i czujników.
- Dioda LED sterownika jest diodą świecącą, która w zależności od barwy i dynamiki światła służy do określenia aktualnego stanu odbiornika telemetrycznego.

Dodatkowym atutem tego odbiornika jest jego silna odporność na zakłócenia. Dzięki tej właściwości, można go wykorzystywać w trudnych środowiskach, gdzie występuje wiele źródeł zakłóceń radiowych i nadal cieszyć się niezawodnymi połączeniami i precyzyjną łącznością. Podsumowując, odbiornik telemetryczny FrSky RX8R PRO łączy w sobie kompaktowe rozmiary, lekkość, wielofunkcyjność i niezawodność, co czyni go doskonałym wyborem dla inżynierów i entuzjastów, którzy poszukują wysokiej jakości odbiornika do swoich projektów i systemów telemetrycznych.

Green LED	Red LED	Status
ON	Flashing	Binding
Flashing	OFF	Normal
OFF	Flashing	Signal Lost
Flash Twice	OFF	Failsafe Set

Tab. 3.1.2 Oznaczania statusu LED odbiornika telemetrycznego [1]

Tab. 3.1.2 Dioda LED, czyli dioda elektroluminescencyjna, służy do określania statusu sterownika poprzez zmienne parametry świecenia, takie jak kolor i dynamika emisji światła. Zmienność tych parametrów jest wykorzystywana do kodowania informacji o stanie odbiornika telemetrycznego. Na przykład, zmiana koloru diody LED z czerwonej na zieloną lub pulsowanie światła może wskazywać na różne tryby pracy, statusy lub komunikaty, co stanowi skuteczny sposób komunikacji użytkownika z odbiornikiem.

3.2 Parametry i charakterystyka silnika bezszczotkowego



Rys. 3.2.1 Silnik Propodrive v2 3530 1400KV [2]

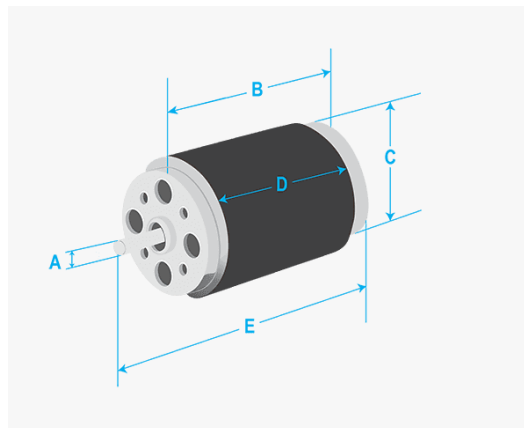
Silnik **Propodrive v2 3530 1400KV** jest bezszczotkowy, co stanowi kluczowy element jego technicznej specyfikacji ta cecha ma istotne znaczenie w naszym projekcie. Silniki bezszczotkowe (ang. brushless motors) różnią się od tradycyjnych silników elektrycznych, które używają wewnętrznych szczotek do komutacji prądu. W przypadku bezszczotkowych silników, komutacja jest sterowana elektronicznie, co ma kilka technicznych implikacji:

- W silnikach bezszczotkowych brak fizycznych szczotek, które stykają się z wirnikiem, co oznacza, że nie ma mechanicznego zużycia tych elementów.

- Elektroniczne układy komutacyjne w silnikach bezszczotkowych pozwalają na precyzyjne sterowanie prądem i obrotem wirnika. To umożliwia uzyskanie większej wydajności i dokładniejszej kontroli nad ruchem wirnika.

- Silniki bezszczotkowe są znacznie bardziej energetycznie efektywne niż tradycyjne silniki ze szczotkami, co oznacza, że generują więcej mocy przy niższym zużyciu energii elektrycznej.

- Bez potrzeby wymiany i konserwacji szczotek, silniki bezszczotkowe wymagają znacznie mniej obsługi i napraw.



Rys. 3.2.2 Wymiary Silnik Propodrive v2 3530 1400KV [2]

Wymiary:

A:	5	mm
B:	29	mm
C:	35	mm
D:	14.3	mm
E:	51	mm

Parametry:

- Konstanta obrotów (Obr/V lub Obr/min): 1400KV
- Maksymalny prąd: 37A
- Liczba biegunów: 14
- Waga: 90g

Te parametry są kluczowe. Oparty na nich silnik o parametrach 1400KV będzie charakteryzować się określoną prędkością obrotową i zdolnością do obsługi konkretnej wartości prądu, co ma istotne znaczenie w projekcie. Z tych parametrów wynika ciąg silników, dane wydajności (3S): **8x8: 376W, 36A, 1773g ciągu statycznego**. Oznaczenie "8x8" mówi nam, że producent testował silnik z 8-calowymi śmigłami o skoku 8 cali, jest to konkretny skok i rozmiar śmigła. 376W to moc jaka jest generowana przez ten silnik wyrażona w watach (W) oznacza to, ile silnik zużywa energii elektrycznej podczas pracy. Natomiast 36A to maksymalny prąd jaki ten silnik może pobierać został wyrażony w amperach (A). 1773g to nasz ciąg statyczny (ang. static thrust) oznacza, że ten silnik generuje ciąg statyczny wynoszący 1773 gramy (g). Ciąg statyczny to siła wytwarzana przez silnik, gdy jest nieruchomy i nie porusza się w powietrzu. Jest to przydatna informacja dla naszego projektu określa zdolności silnika do utrzymania statku w powietrzu i podnoszenia go w górę.

3.3 Charakterystyka oraz specyfikacja baterii



Rys. 3.3.1 Bateria Turnigy 5000mAh 3S 40C [3]

Specyfikacja:

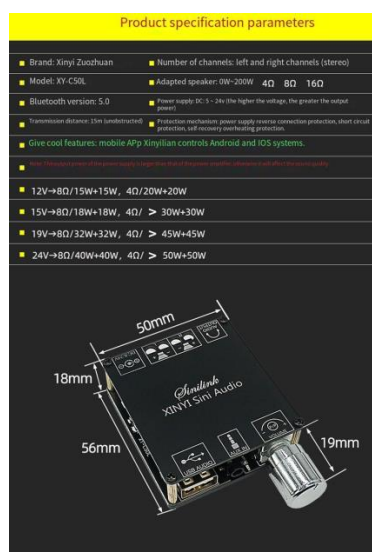
- Pojemność: 5000mAh
- Konfiguracja: 3S1P / 11.1V / 3 ogniwa
- Stały prąd rozładowania: 40C
- Maksymalny prąd rozładowania (10 sekund): 50C
- Waga zestawu: 443g
- Rozmiar zestawu: 145 x 50 x 27 mm
- Złącze do ładowania: JST-XH
- Złącze rozładowania: XT-90

3.4 Działanie i budowa nagłośnienia

Cyfrowy Wzmacniacz Bluetooth 250W Stereo

Ten moduł cyfrowego wzmacniacza o wysokiej mocy i doskonałej jakości dźwięku charakteryzuje się szerokim zakresem napięcia wejściowego, wynoszącym od DC 5V do 24V. Obsługuje różnorodne źródła dźwięku, takie jak Bluetooth, AUX oraz USB, umożliwiając bezpośrednie podłączenie do telefonów komórkowych, odtwarzaczy MP3 i innych urządzeń.

Moduł obsługuje pliki na nośnikach USB w formacie FAT32 o maksymalnej pojemności 32GB.



Rys. 3.7.1 Cyfrowy wzmacniacz [4]

Kluczowe cechy:

- Wysokiej jakości dźwięk stereo
- Bluetooth w wersji 5.0
- Zasilanie z płyty wzmacniacza
- Napięcie wejściowe: DC 5-24V
- Profesjonalny układ wzmacniający
- Obsługa głośników o impedancji od 4 do 16 ohm
- Kompatybilność z głośnikami o mocy od 10W do 100W
- Moc wyjściowa: 2 x 50W
- Wejście Audio: Bluetooth, AUX, USB
- Liczba kanałów: 2.0 CH
- Głośnik 4" 50W/100W 8Ohm

Ten głośnik to fabrycznie nowy produkt pochodzący od renomowanej tajlandzkiej firmy Eastech, która dostarcza głośniki dla liderów branży audio, takich jak JVC, SONY i PHILIPS.

Ten model głośnika znalazł zastosowanie w najwyższej klasy zestawach kina domowego i jest obecnie dostępny w atrakcyjnej cenie jako końcówka produkcji.

Główne parametry:

- Średnica zewnętrzna: 68mm
- Wymiar z uszami: 86mm
- Rozstaw otworów mocujących: 75mm
- Głębokość montażowa: 28mm
- Moc znamionowa: 50W
- Moc muzyczna: 100W
- Pasmo przenoszenia: 900-19000Hz
- Impedancja: 8 ohm
- Głośnik 4" BLOW 50W 8Ohm

Specyfikacja:

- Rozmiar: 4"
- Moc maksymalna: 50W
- Oporność: 8 Ohm
- Pasmo przenoszenia: 2500-18000Hz
- Skuteczność: 89dB
- Cewka: 1" KSV
- Magnes: 70x32x15 mm

Głośniki BLOW to produkty stworzone dla użytkowników poszukujących poprawy jakości dźwięku w swoich samochodach bez konieczności kosztownego wzmacniacza czy zwrotnicy. Idealnie sprawdzają się w różnych miejscach montażu, takich jak podszybie, desce rozdzielczej, drzwiach czy tylnej półce, oferując doskonałe parametry elektryczne, które pozwalają na wydobywanie maksymalnego brzmienia.

3.5 Kamera wizyjna



Rys. 3.8.1 Kamera wizyjna [5]

Kamera wizyjna **Zenmuse X5S** firmy **DJI** to jedno z najnowocześniejszych rozwiązań dostępnych na rynku. wyposażony w kompaktowego urządzenia (140 x 98 x 132 mm), wyróżniający się wagą 461 gramów. Ta cecha sprawia, że jest to ograniczona, uwzględniona w parametrach. Zenmuse X5S zapewnia użytkownikom szeroki kąt podziału 72 stopnie, co pozwala na uchwycenie obszaru na obrazie. Jednak to nie wszystko. Kamera jest także imponująco szybka, z szybkością 1/8000 sekundy. Dzięki temu możemy wykorzystać nawet najszybsze akcje i momenty. Jeśli chodzi o jakość obrazu, Zenmuse X5S może nagrać filmy w rozdzielczości 4K, co zapewnia ostrość i szczelność. Co więcej, rozdzielczość zdjęć sięga 5280 × 3956 pikseli, co pozwala na tworzenie wysokiej jakości fotografii o osiągniętych detalach.

Dane Techniczne

- Matryca: CMOS, 4/3"
- Rozdzielczość wideo: 4096 × 2160 | 3840 × 2160 | 3840 × 1572 | 2720 × 1530 | 1920 × 1080
- Jakość nagrywania filmów: 4K
- Format nagrywania: RAW | ProRes | MOV | MP4
- Format zdjęć: DNG | JPEG | DNG+JPEG
- Format nośnika: karta pamięci micro SD
- Szybkość migawki (min): 8 s
- Szybkość migawki (max): 1/8000 s
- Przetwornik - efektywna liczba pikseli: 20800000 pikseli
- Rozdzielczość zdjęć: 5280 × 3956 piksele
- Kąt widzenia: 72 °

3.6 Kamera termowizyjna

Zastosowanie zaawansowanej kamery termowizyjnej **DJI Zenmuse XT S** stanowi istotny aspekt w kontekście dronów ratunkowych, cechującej się wysokim poziomem wydajności i niezawodności.



Rys. 3.9.1 Kamera Termowizyjna [6]

Kamera DJI Zenmuse XT S jest kompaktem o wymiarach 105×101×83 mm i niezwykle lekkim urządzeniem, ważącym jedynie 387 g. To sprawia, że jest ona idealnym rozwiązaniem do zastosowania na dronach, gdzie minimalna masa jest niezwykle istotna dla zachowania stabilności i wydajności lotu. Niezwykle istotną cechą kamery jest jej wysoki stopień ochrony, oznaczony jako IP44. Oznacza to, że jest odporna na wodę i pył, co pozwala na jej użytkowanie w różnych warunkach atmosferycznych, w tym w deszczu, śniegu czy w miejscach o zwiększonym zapyleniu. Kamera jest również wyjątkowo odporna na warunki temperaturowe. Jej zakres pracy rozciąga się od -10°C do 50°C, co umożliwia jej funkcjonowanie w obszarach o zmiennych warunkach termicznych. Dodatkowo, kamera jest w stanie wykonywać pomiary w temperaturach od -20°C do 50°C, co rozszerza jej zastosowanie w różnych scenariuszach operacyjnych. W zestawie do kamery dołączony jest gimbal, który pełni kluczową rolę w stabilizacji obrazu oraz sterowaniu ruchem kamery. Dzięki temu, kamera jest w stanie utrzymać stabilność obrazu podczas ruchu drona. Gimbal posiada imponujący zakres ruchu, pozwalając na skoki od -132,5° do +42,5° w pochyleniu, $\pm 330^\circ$ w odchyleniu oraz zakres obrotu rolki od -90° do +60°. Prędkość pracy gimbalu wynosi 90°/s w pochyleniu i panoramie, co pozwala na szybkie i płynne dostosowywanie kierunku kamery. Dodatkowo, gimbal charakteryzuje się minimalnym zakresem wibracji wynoszącym jedynie $\pm 0.025^\circ$, co zapewnia nieskazitelną stabilność obrazu podczas operacji. Kamera jest wyposażona w niechłodzony mikrobolometr VOx, który umożliwia wyjątkową jakość obrazu w podczerwieni, co jest istotne w naukowych i ratowniczych zastosowaniach.

Cechy produktu

- Czułości termiczna (NEDT) - ≤ 40 mK @ f/1.0
- Ilość klatek na sekundę - 25 Hz
- Rozmiar piksela - 17 μ m
- Odporność na wodę i pył - IP44
- Zdjęcia JPEG (640×512) oraz R-JPEG (640×512)

Kamera posiada również dwie możliwości wykonywania pomiarów:

- **Punktowy:**

Po naciśnięciu we wskazanym punkcie otrzymujemy odczyt temperatury wskazanej powierzchni w czasie rzeczywistym



Rys. 3.9.2 Podgląd widoku pomiaru punktowego [6]

- **Obszarowy:**

Po zaznaczeniu obszaru otrzymujemy podgląd na najzimniejsze i najcieplejsze miejsce obszaru oraz średnią temperaturę.



Rys. 3.9.3 Podgląd widoku pomiaru obszarowego [6]

3 Źródła

[1]

<https://www.frsky-rc.com/wp-content/uploads/Downloads/Manual/RX8R%20PRO-Manual.pdf>

[2]

[https://hobbyking.com/en_us/propdrive-v2-3530a-1400kv-brushless-outrunner-motor.html?store=en_us#qa\[bW9kZT03JnBhZ2U9MSZxdWVzdGlvbl9zZWFiY2hfY29udGVudD0=](https://hobbyking.com/en_us/propdrive-v2-3530a-1400kv-brushless-outrunner-motor.html?store=en_us#qa[bW9kZT03JnBhZ2U9MSZxdWVzdGlvbl9zZWFiY2hfY29udGVudD0=)

[3]

https://hobbyking.com/en_us/turnigy-battery-5000mah-3s-40c-lipo-pack-xt-90.html

[4]

[Wzmacniacz audio bluetooth TPA3116D2 2x50W AUX ZK-502C \(elektroweb.pl\)](#)[Wzmacniacz audio bluetooth TPA3116D2 2x50W AUX ZK-502C \(elektroweb.pl\)](#)

[5]

https://www.komputronik.pl/product/376859/dji-zenmuse-x5s.html?said=58700005670292889_p75009469858&gad_source=1&gclid=CjwKCAiA3aeqBhBzEiwAxFiOBnfcErXafYp7hA2W1dx-MsVdChvvzhxPIhz0f7nPTMhTKROJU6299hoClfAQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds

[6]

<https://www.drony.net/dji-zenmuse-xt-s.html>