

# Moduł światłowodowy cyfrowy 40km

## Instrukcja obsługi



---

## Spis treści

1. Przegląd produktu.....	3
2. Nadajnik-odbiornik SE — Jednostka TX (Strona powietrzna) .....	5
3. Zintegrowany RX (Strona naziemna).....	6
4. Połączenie naziemne .....	7
5. Instalacja i konfiguracja .....	8
6. Rozwiązywanie problemów .....	10
7. Bezpieczeństwo i zgodność.....	12
8. Uwagi techniczne .....	13
Kontakty: .....	13

## 1. Przegląd produktu



Rys.1. Nadajnik-odbiorca dla optycznego modułu światłowodowego SE 40km



Rys.2. Odbiorca dla modułu światłowodowego cyfrowego

System Pilotix Optic Fiber Module SE 40km to profesjonalne rozwiązanie do transmisji wideo i sterowania przez kablowe łącze światłowodowe dla operacji UAV. Kompletny system składa się z dwóch komponentów:

- Nadajnik-odbiorca SE (TX) — moduł po stronie powietrznej, zamontowany na dronie. Przechwytuje wideo HD ze swojej wbudowanej kamery 4K, koduje je w H.264 lub H.265 i

transmituje przez jednomodowe włókno optyczne. Jednocześnie przesyła dwukierunkowe dane sterowania (TTL/SBUS) i telemetrię OSD. Pokładowe gniazdo karty TF zapewnia niezależny zapis wideo. Jednocześnie przesyła dwukierunkowe dane sterowania (TTL/SBUS) i telemetrię OSD. Pokładowe gniazdo karty TF zapewnia niezależny zapis wideo.

- Fiber Roll SE V2 ze zintegrowanym RX (Jednostka naziemna, SKU 6579) — jednostka po stronie naziemnej. Rolka mieści do 30 km jednomodowego włókna. Zintegrowany moduł RX (wbudowany w obudowę rolki) dekoduje wchodzący sygnał optyczny i wydaje analogowe wideo (NTSC/PAL/SECAM) oraz dwukierunkowe dane sterowania TTL/SBUS przez złącza SH1.0.

System zastępuje łącza wideo i sterowania oparte na RF fizycznie zabezpieczonym, odpornym na EMI kablem światłowodowym — idealnym do inspekcji, nadzoru i operacji wymagających ciszy radiowej lub gwarantowanego łącza fizycznego.

## 2. Nadajnik-odbiornik SE — Jednostka TX (Strona powietrzna)

Jednostka TX SE integruje kamerę 4K, koder H.264/H.265, nadajnik/odbiornik światłowodowy, rejestrator kart TF i port USB. Jest to samodzielna jednostka powietrzna wymagająca jedynie zasilania drona, połączenia ze sterownikiem lotu i kabla rolki światłowodowej.

### Opis portów

- SH1.0 (Port kamery) — łączy się ze zintegrowaną kamerą 4K za pomocą dostarczonego kabla
- SH1.0 (Interfejs FC) — dwukierunkowe łącze danych TTL/SBUS do sterownika lotu drona
- Wejście zasilania — DC 7,4–50 V; kompatybilne z akumulatorami LiPo 2S–12S lub dowolnym odpowiednim źródłem BEC/XT60
- Port włókna FC — wyjście jednomodowego włókna ze złączem FC; łączy się z wolnym końcem kabla rolki światłowodowej
- Gniazdo karty TF — przyjmuje kartę microSD (niedołączoną) do pokładowego nagrywania wideo
- Port USB — aktualizacje oprogramowania i opcjonalne rozszerzenie modułu bezprzewodowego
- Port rozszerzenia — zarezerwowany na przyszłe akcesoria (kamera podczerwieni, moduł bezprzewodowy; aktualnie niefunkcyjalny)

### Montaż

- Cztery otwory gwintowane M3 z podziałką 30,5 mm — pasuje do wszystkich standardowych ramek stosu FC
- Kamera używa uniwersalnego uchwytu 19 mm z śrubami M2; ustawić kąt nachylenia przed lotem
- Prowadzić kabel portu włókna FC w kierunku tylnej lub dolnej części ramy; pozostawić pętlę serwisową ~10 cm do pochłaniania drgań bez obciążania złącza FC
- Trzymać włókno z dala od łuków śmigieł i kabli silnika ESC
- Zapewnić przepływ powietrza wokół jednostki TX (pobór mocy: 3,2 W)

Uwaga: Zabezpieczyć wszystkie złącza przed każdym lotem. Luźne złącze włókna FC spowoduje natychmiastową całkowitą utratę sygnału.

### 3. Zintegrowany RX (Strona naziemna)

Fiber Roll SE V2 (SKU 6579) to jednostka po stronie naziemnej. Mieści do 30 km jednomodowego włókna optycznego na szpuli, z wbudowanym modułem RX (Jednostka naziemna) zintegrowanym w obudowie rolki. Rolka jest umieszczona w punkcie startowym drona i pozostaje nieruchoma podczas operacji. Włókno swobodnie się odwija w miarę poruszania się drona.

Zintegrowany RX dekoduje odebrany sygnał optyczny i wydaje analogowe wideo (NTSC/PAL/SECAM) oraz dwukierunkowe dane sterowania TTL/SBUS przez złącza SH1.0.

#### Opis portów

- Wejście włókna FC — odbiera sygnał optyczny od jednostki TX przez wewnętrzne włókno rolki; ten port znajduje się na końcu złącza rolki
- Wyjście wideo analogowego — dekodowane wideo w formacie NTSC/PAL/SECAM; podłączyć do monitora FPV, analogowego odbiornika wideo lub analogowych gogli FPV
- Interfejs danych SH1.0 — dwukierunkowe dane sterowania TTL/SBUS; łączy się z odbiornikiem RC lub urządzeniem przekaźnikowym sterowania naziemnego
- Wejście zasilania — DC 5,5–26 V; podłączyć dedykowane naziemne źródło zasilania (akumulator lub adapter)

#### Wskaźniki LED

Odniesienie wskaźników LED RX

Kategoria	Element	Specyfikacja
LED	Wskaźnik zasilania	Świeci — moduł RX normalnie włączony
LED	Łącze światłowodowe	Świeci — połączenie światłowodowe aktywne i sygnał zablokowany na TX
LED	Wskaźnik sygnału obrazu	Aktywny — strumień analogowego wideo jest dekodowany
LED	Wskaźnik sygnału danych	Aktywny — dane sterowania TTL/SBUS przechodzą

## 4. Połączenie naziemne

### Bezprzewodowe połączenie naziemne (Standard)

W standardowej bezprzewodowej konfiguracji naziemnej wyjścia jednostki naziemnej łączą się ze standardowym odbiornikiem RC i analogowym monitorem FPV. Umożliwia to pilotowi odbieranie wideo na żywo przy zachowaniu pełnej kontroli RC SBUS/TTL drona.

Kategoria	Element	Specyfikacja
Wideo	Wyjście wideo analogowego	Podłączyć do monitora FPV, analogowego odbiornika wideo lub analogowych gogli FPV (wejście NTSC/PAL)
Sterowanie	Kabel danych SH1.0	Podłączyć do odbiornika RC (wejście SBUS) lub nadajnika mapy / przekaźnika sterowania naziemnego
Zasilanie	Zasilanie jednostki naziemnej	Podłączyć zasilanie DC 5,5–26V (pakiet akumulatorów litowych lub zasilacz sieciowy)
Włókno	Złącze włókna FC	Podłączyć wolny koniec rolki do portu włókna FC TX na dronie

### Połączenie z nadajnikiem mapy / przekaźnikiem obrazu

W przypadku dalekozasięgowych naziemnych konfiguracji sterowania wyjście danych SH1.0 jednostki naziemnej można podłączyć do nadajnika mapy lub jednostki przekaźnikowej obrazu, która następnie bezprzewodowo dystrybuje sygnały wideo i SBUS do zdalnej stacji operatora. Podłączyć kabel SH1.0 od jednostki naziemnej do odbiornika i nadajnika mapy jak pokazano na schemacie połączeń systemu.

Uwaga: Przy używaniu przekaźnika nadajnika mapy upewnić się, że polaryzacja sygnału SBUS odpowiada wymaganiom wejściowym urządzenia przekaźnikowego. Niektóre urządzenia wymagają odwróconego SBUS — sprawdzić zgodność przed lotem.

## 5. Instalacja i konfiguracja

### Lista kontrolna przed lotem

- Sprawdzić typ włókna: jednomodowe (SMF), złącze FC na TX i końcu rolki
- Sprawdzić obie ferrule FC pod kątem kurzu lub zanieczyszczeń; wyczyścić optycznymi ściereczkami
- Naładować zasilanie jednostki naziemnej (akumulator litowy lub potwierdzić wyjście adaptera: DC 5,5–26 V)
- Włożyć kartę microSD (Class 10 / U3,  $\geq 30$  MB/s) do gniazda TF TX jeśli wymagane jest nagrywanie pokładowe
- Podłączyć analogowy monitor FPV lub odbiornik wideo do analogowego wyjścia wideo jednostki naziemnej
- Podłączyć kabel danych SH1.0 od jednostki naziemnej do odbiornika RC lub urządzenia przekaźnikowego

### Konfiguracja krok po kroku

#### ***Krok 1 — Zamontować i podłączyć TX na dronie***

- Zamontować TX na stosie drona w otworach M3 30,5 mm; zamontować kamerę na uniwersalnym uchwycie M2 19 mm
- Podłączyć kabel kamery SH1.0 do portu kamery TX
- Podłączyć kabel FC SH1.0 od interfejsu FC TX do portu UART/SBUS sterownika lotu
- Podłączyć kabel zasilający akumulatora drona do wejścia zasilania TX (DC 7,4–50 V)

#### ***Krok 2 — Skonfigurować sterownik lotu***

- Przypisać UART podłączony do portu FC SH1.0 TX do trybu odbiornika SBUS/TTL w Betaflight / INAV / ArduPilot
- Włączyć MSP OSD na tym samym UART jeśli wymagane jest nakładanie telemetrii lotu

#### ***Krok 3 — Skonfigurować rolkę światłowodową na ziemi***

- Umieścić rolkę na stabilnym podłożu w punkcie startowym
- Podłączyć zasilanie DC (5,5–26 V) do wejścia zasilania jednostki naziemnej na rolce
- Podłączyć analogowe wyjście wideo jednostki naziemnej do monitora FPV lub odbiornika wideo
- Podłączyć kabel danych SH1.0 od jednostki naziemnej do odbiornika RC lub nadajnika mapy

#### ***Krok 4 — Podłączyć włókno***

- Wziąć złącze FC wolnego końca z rolki i poprowadzić je do drona
- Podłączyć je do portu włókna FC TX na dronie
- Upewnić się, że złącze FC jest całkowicie osadzone i zablokowane — częściowe połączenie powoduje utratę sygnału

Uwaga: Zawsze podłączać/odłączać złącza włókna FC przy WYŁĄCZONYCH zarówno TX jak i jednostce naziemnej.

**Krok 5 — Włożyć kartę TF (opcjonalnie)**

- Włożyć kartę microSD (Class 10 / U3) do gniazda TF jednostki TX
- Wkładać tylko przy wyłączonym TX

Uwaga: Używać karty microSD Class 10 / U3 z ciągłą prędkością zapisu  $\geq 30$  MB/s do niezawodnego nagrywania 4K.

**Krok 6 — Włączenie zasilania**

- Najpierw włączyć jednostkę naziemną (podłączyć DC 5,5–26 V do wejścia zasilania rolki)
- Włączyć drona — TX inicjuje się automatycznie; zaświecają się diody LED zasilania i statusu
- LED łącza światłowodowego na jednostce naziemnej powinien zaświecić się w ciągu kilku sekund
- Jeśli LED łącza światłowodowego nie zaświeca się, sprawdzić czy oba złącza FC są całkowicie osadzone

**Krok 7 — Sprawdzić wideo i sterowanie**

- Analogowe wideo powinno pojawić się na podłączonym monitorze FPV w ciągu sekund
- Potwierdzić, że dane OSD (wysokość, prędkość, akumulator) są widoczne jeśli MSP OSD jest skonfigurowane
- Sprawdzić czy LED sygnału danych na jednostce naziemnej jest aktywny, potwierdzając że sterowanie SBUS/TTL jest aktywne
- Wykonać krótki test naziemny: uzbrojenie/rozbrojenie przez sterownik RC w celu potwierdzenia przekazywania poleceń

**Krok 8 — Rozpocząć nagrywanie pokładowe (opcjonalnie)**

- Krótko nacisnąć przycisk nagrywania na jednostce TX aby rozpocząć nagrywanie na karcie TF
- Nacisnąć ponownie aby wstrzymać; LED statusu wskazuje stan nagrywania

Uwaga: Pokładowe nagrywanie TF jest niezależne od łącza światłowodowego — nagrywanie trwa nawet jeśli sygnał jest chwilowo przerwany.

**Procedura po misji**

- Wylądować i rozbroić drona; wyłączyć TX (odłączyć akumulator) przed zwijaniem włókna
- Wyłączyć jednostkę naziemną i odłączyć monitor, odbiornik RC i zasilanie
- Nawijać wódko na rolkę w równym tempie — bez zagięć ani splątań
- Przykryć oba złącza FC osłonkami przeciwkurzowymi
- Wyjąć kartę microSD jeśli potrzebny jest nagrany materiał

## 6. Rozwiązywanie problemów

Przewodnik rozwiązywania problemów

Kategoria	Element	Specyfikacja
Brak wideo na monitorze	Włókno FC niepodłączone / nieosadzone	Sprawdzić złącza FC na TX i jednostce naziemnej; upewnić się że oba są całkowicie zablokowane
Brak wideo na monitorze	TX bez zasilania	Sprawdzić podłączenie akumulatora drona; LED zasilania TX powinien świecić
Brak wideo na monitorze	Jednostka naziemna bez zasilania	Sprawdzić zasilanie DC 5,5–26V do rolki; sprawdzić LED zasilania jednostki naziemnej
Brak wideo na monitorze	Niezgodność wejścia monitora	Upewnić się że monitor przyjmuje analogowe wejście NTSC/PAL/SECAM; sprawdzić połączenie kabla
LED łączy światłowodowego wyłączony	Włókno FC uszkodzone lub brudne	Sprawdzić ferrule FC pod kątem zanieczyszczeń; wyczyścić optyczną ściereczką
LED łączy światłowodowego wyłączony	Włókno zagięte / zbyt ostro wygięte	Wyprostować włókno; minimalny promień gięcia to ~30 mm
Zaszumione / niestabilne wideo	Bitrate zbyt wysoki dla jakości łączy	Zmniejszyć bitrate w konfiguracji OSD; zalecane 1080p@90fps przy 10–15 Mbps
Brak nakładki OSD	MSP OSD nie włączone na FC	Włączyć MSP OSD na UART przypisanym do interfejsu FC TX
Brak sygnału sterowania	Kabel FC SH1.0 niepodłączony	Sprawdzić kabel SH1.0 na TX i sterowniku lotu; sprawdzić SBUS na właściwym UART
TX nie włącza się	Napięcie zasilania poza zakresem	Sprawdzić DC 7,4–50 V na wejściu zasilania TX; sprawdzić akumulator LiPo i złącze

Jednostka naziemna nie włącza się	Napięcie zasilania poza zakresem	Sprawdzić DC 5,5–26 V na wejściu zasilania jednostki naziemnej
Nagrywanie nie startuje	Brak karty TF / karta niekompatybilna	Włożyć microSD Class 10 / U3; sformatować na exFAT jeśli nie rozpoznawana
Zakłócenia obrazu	EMI na szynie zasilania drona	Dodać filtr ferrytowy na kablach zasilania TX; poprowadzić włókno z dala od kabli ESC
Utrata sygnału w trakcie lotu	Włókno całkowicie odwinęte z rolki	Dron przekroczył długość włókna rolki; wrócić w kierunku punktu startowego aby przywrócić luz
Utrata sygnału w trakcie lotu	Włókno zaczepione na przeszkodzie	Natychmiast wylądować; sprawdzić i wyprostować włókno przed wznowieniem

---

## 7. Bezpieczeństwo i zgodność

- Nie używać TX z odkrytym portem włókna FC — emiter laserowy (1310 nm) jest niewidoczny i może powodować trwałe uszkodzenie wzroku
- Nigdy nie patrzeć bezpośrednio w żaden koniec złącza włókna FC gdy TX lub jednostka naziemna jest włączona
- Upewnić się że jednostka TX jest mechanicznie bezpiecznie zamocowana na dronie przed każdym lotem — sprawdzić wszystkie śruby M3
- Zabezpieczyć rolkę włókna przed wywróceniem lub wleczeniem przez napięcie kabla podczas lotu
- Sprawdzić całą długość włókna przed każdą misją — uszkodzone włókno które zawiedzie w trakcie lotu powoduje całkowitą utratę wideo i sterowania
- Zawsze przestrzegać lokalnych przepisów lotniczych dla operacji UAV, w tym szczegółowych przepisów dotyczących lotów UAV z kablem
- Port rozszerzenia na TX NIE jest funkcjonalny; nie podłączać żadnego urządzenia do niego

## 8. Uwagi techniczne

### *Wyjście wideo — Format analogowy*

Jednostka naziemna (RX w rolce światłowodowej) wydaje analogowe wideo w formacie NTSC, PAL lub SECAM. Upewnić się że podłączony monitor FPV, analogowy odbiornik wideo lub gogle FPV przyjmują analogowy sygnał wideo composite. TX koduje cyfrowo w H.264/H.265; konwersja wyjścia analogowego jest obsługiwana przez moduł RX wewnątrz rolki. Cyfrowe wyjście HDMI nie jest dostępne po stronie jednostki naziemnej.

### *Dane sterowania — TTL/SBUS*

Łącze sterowania używa protokołu TTL/SBUS z szybkością transmisji danych 0–1 Mbps. Po stronie drona podłączyć interfejs FC SH1.0 TX do UART skonfigurowanego dla wejścia SBUS na sterowniku lotu. Po stronie naziemnej podłączyć kabel danych SH1.0 rolki do wejścia SBUS lub TTL odbiornika RC lub przekaźnika nadajnika mapy.

### *Złącze światłowodowe — Typ FC*

Zarówno jednostka TX jak i jednostka naziemna (RX w rolce) używają złączy światłowodowych typu FC (Ferrule Connector). Złącza FC używają gwintowanego mechanizmu sprzęgającego zapewniającego bezpieczne, odporne na wibracje połączenie — ważne dla zastosowań dronowych. Przy czyszczeniu złączy FC używać rolkowego czyścika włókna optycznego lub bezpyłowych ściereczek optycznych; nigdy nie używać standardowych patyczków bawełnianych.

### *Kompatybilność zasilania*

Napięcie wejściowe TX: DC 7,4–50,4 V (2S–12S LiPo). Napięcie wejściowe jednostki naziemnej: DC 5,5–26 V. Są to niezależne domeny zasilania — TX jest zasilany z akumulatora drona, a jednostka naziemna wymaga własnego naziemnego źródła zasilania. Nie zasilać jednostki naziemnej z akumulatora drona przez łącze światłowodowe.

### *Zasięg włókna — Rolka SE V2 vs. Maksimum TX*

Fiber Roll SE V2 jest załadowana fabrycznie włóknem jednomodowym do 30 km. Jednostka TX SE obsługuje maksymalną długość włókna 40 km. Dla misji do 30 km rolka SE V2 jest wystarczająca. Dla odległości między 30 km a 40 km można użyć dłuższej rolki ze złączami FC i jednomodowym włóknem SMF (ITU-T G.652D lub równoważne) zamiast rolki SE V2.

## Kontakty:

WhatsApp: +420 777 054 888

E-mail: [support@pilotix.eu](mailto:support@pilotix.eu)

Telegram: [https://t.me/PilotixSupport\\_bot](https://t.me/PilotixSupport_bot)