

Komunikacja radiowa



cansats in europe
2019 polish competition



Komunikacja radiowa

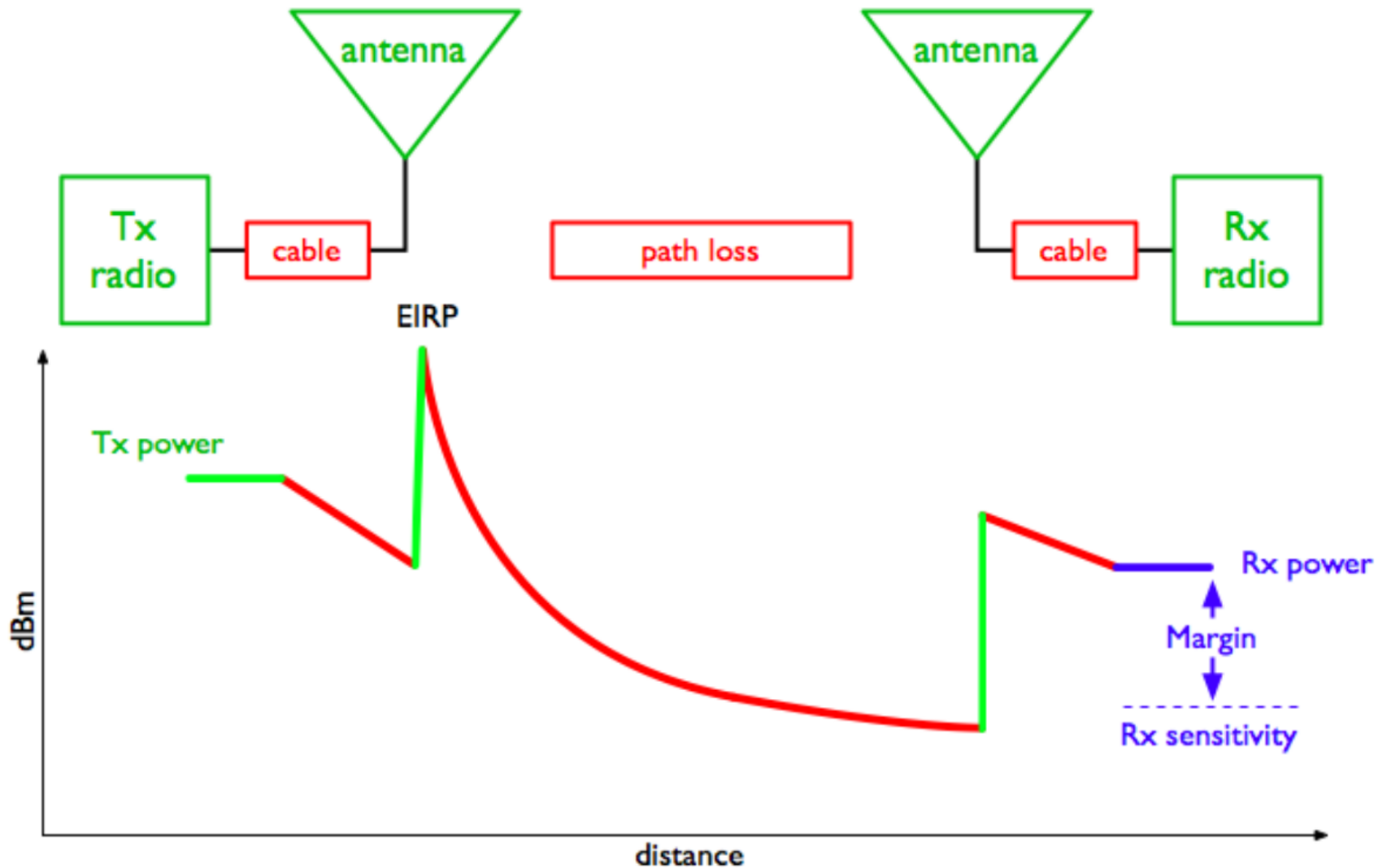
- Przesyłanie temperatury i ciśnienia z CanSata przynajmniej raz na sekundę i odbiór w stacji naziemnej – wymaganie misji podstawowej.
- Odległość pomiędzy stacją naziemną, a lądowaniem CanSatów może przekraczać 3 km! To dość duża odległość!



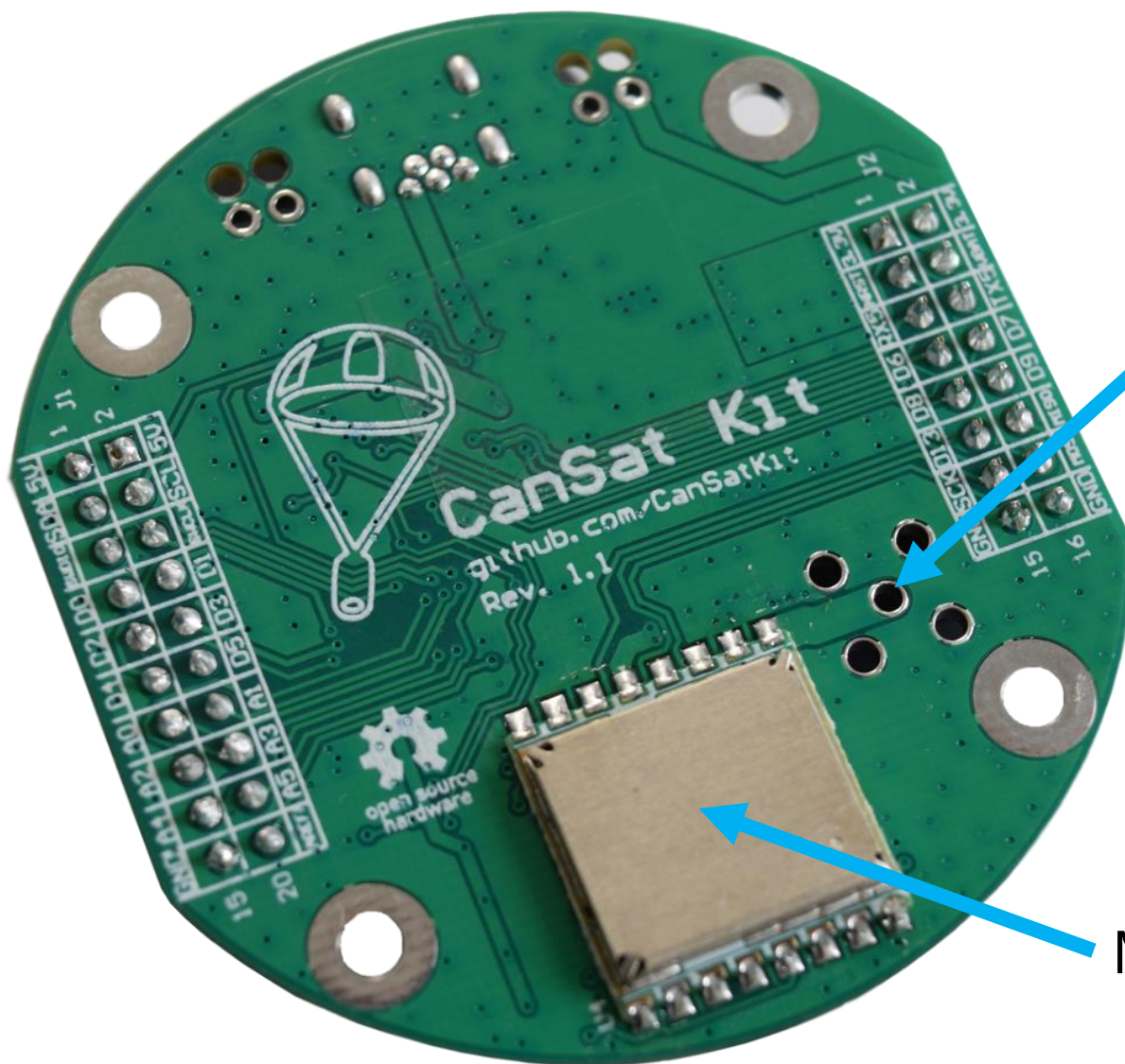
Łącze radiowe

nadajnik - CanSat

odbiornik – stacja naziemna



Radio w CanSat Kit



Złącze antenowe

Moduł radiowy

Transceivery radiowe – SX1278

- Pasmo nielicencjonowane ISM 433 MHz
- LoRA[®]
- Simplex
- Moc 100 mW (20 dBm)
- Komunikacja z komputerem pokładowym przez magistralę SPI
- Programowanie parametrów przez komputer pokładowy – m.in. pasmo i częstotliwość
- Dołączona biblioteka do komputera pokładowego



Transmisja radiowa – wymagania

- Wymagane jest użycie transceivera SX1276/77/78/79 lub RFM95/96/97/98(W) – dokładnie takiego jak w CanSat Kit
- Niezbędna jest odpowiednia konfiguracja transceivera:
 - **częstotliwość środkowa** – unikalna dla każdej drużyny,
 - **pasmo sygnału** – maksymalnie 125 kHz.

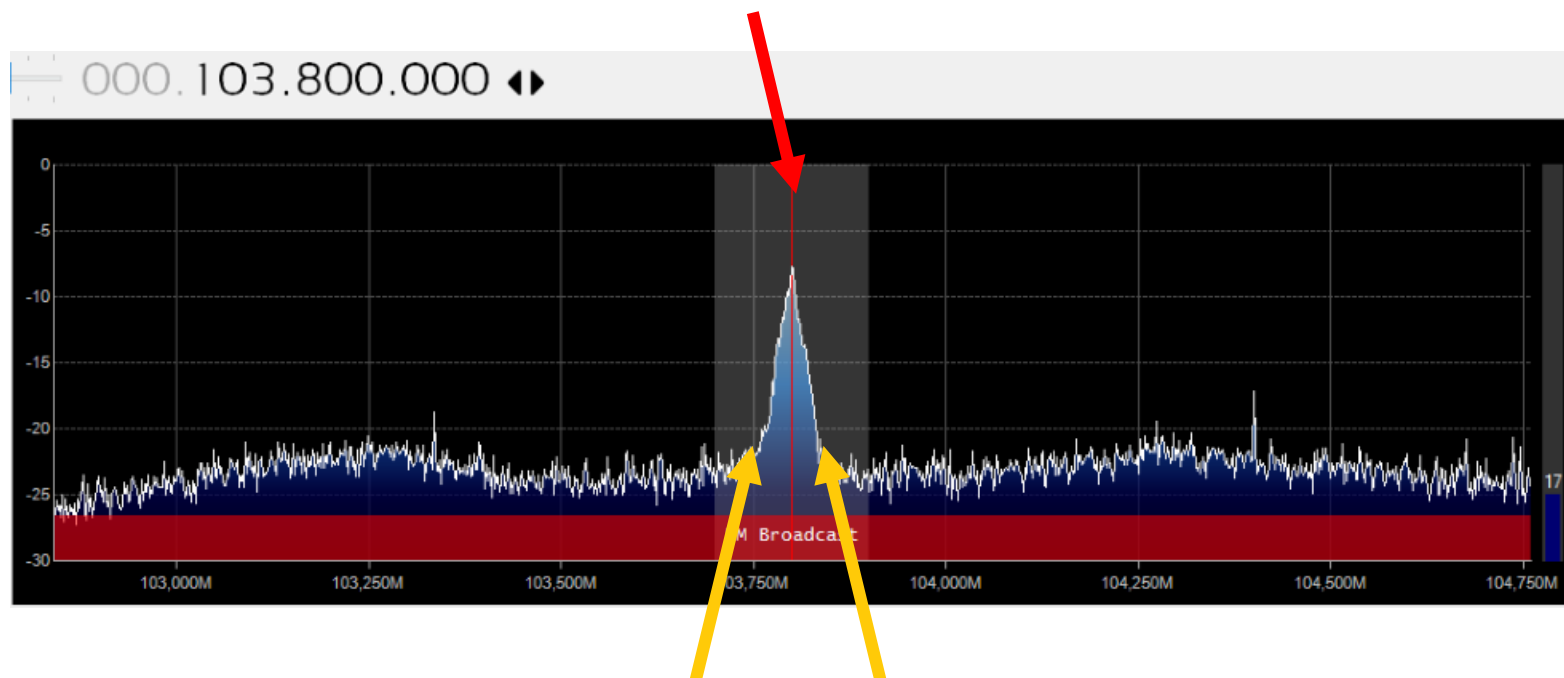


Konfiguracji transceivera dokonamy w prosty sposób w programie komputera pokładowego. Wszystkie ustawienia modułu radiowego muszą być takie same w CanSacie i stacji naziemnej!

Częstotliwość środkowa, pasmo sygnału

Częstotliwość (środkowa)

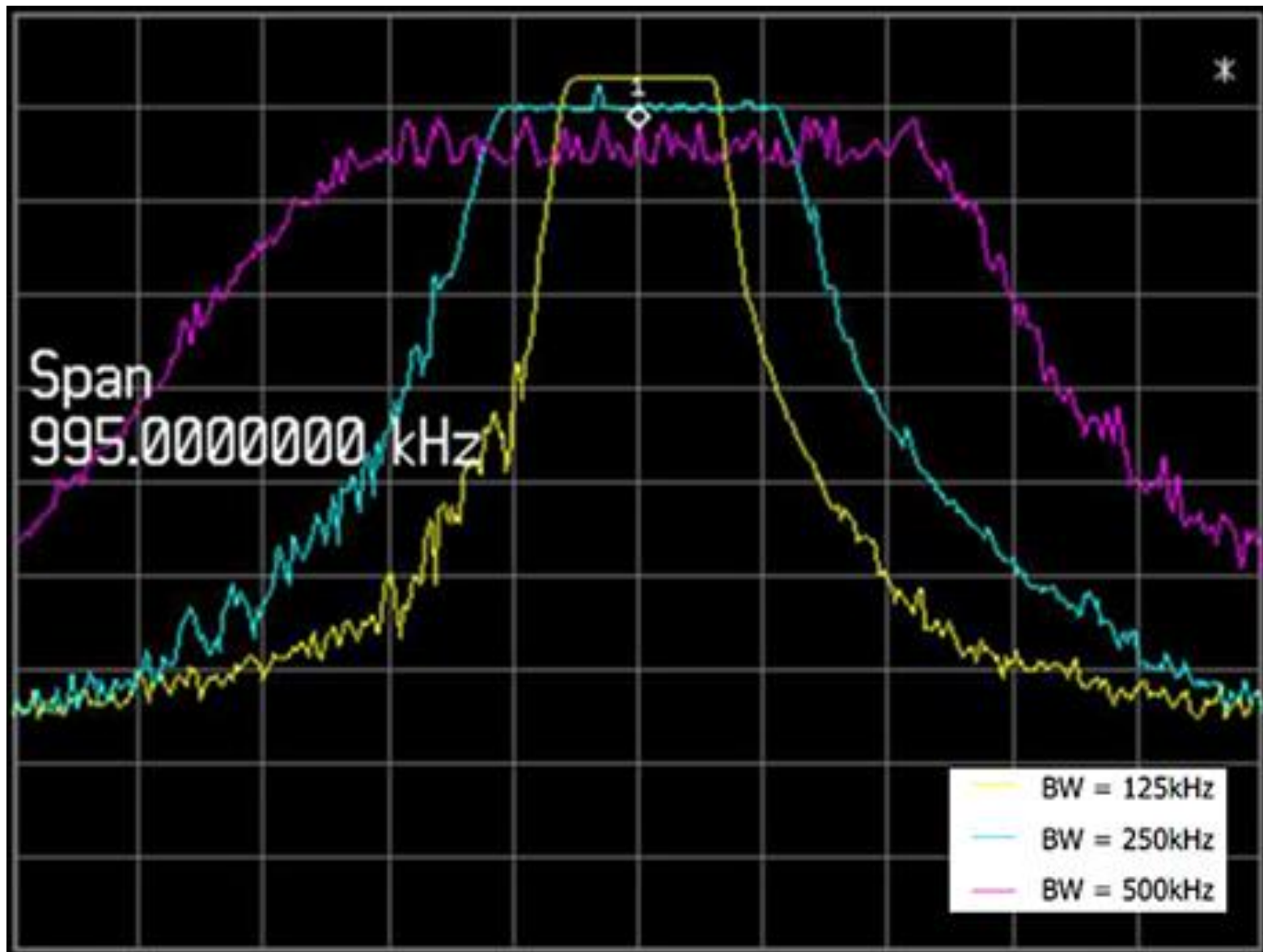
Stacja radiowa Rock Radio – 103.8 MHz



Pasmo sygnału

Sygnał radiowy zawsze zajmuje pewien przedział częstotliwości – pasmo

Częstotliwość środkowa, pasmo sygnału



Ustawianie częstotliwości i pasma

Używane angielskie terminy: częstotliwość – frequency, pasmo – bandwidth

```
Radio radio(Pins::Radio::ChipSelect,  
            Pins::Radio::DIO0,  
            433.0, // frequency in MHz  
            Bandwidth_125000_Hz,  
            SpreadingFactor_9,  
            CodingRate_4_8);
```

Możliwe ustawienia częstotliwości: 410.0 – 525.0 MHz

Możliwe ustawienia pasma:

Bandwidth_7800_Hz

Bandwidth_41700_Hz

Bandwidth_10400_Hz

Bandwidth_62500_Hz

Bandwidth_15600_Hz

Bandwidth_125000_Hz

Bandwidth_20800_Hz

~~Bandwidth_250000_Hz~~

Bandwidth_31250_Hz

~~Bandwidth_500000_Hz~~

Hello CanSat Kit – przez radio!

1. Do jednej płytki CanSat Kit wgraj program z przykładu „RadioTransmitHelloCanSat” (rozdział 5.7.1 Konfiguracja nadajnika) – będzie CanSatem
2. Do drugiej płytki wgraj „RadioReceiver” (rozdział 5.7.2 Konfiguracja odbiornika) – będzie stacją naziemną
3. Otwórz monitor portu szeregowego, zaobserwuj pojawiające się komunikaty – oznaczają one odebrane pakiety danych!

Zasięg vs. szybkość transmisji

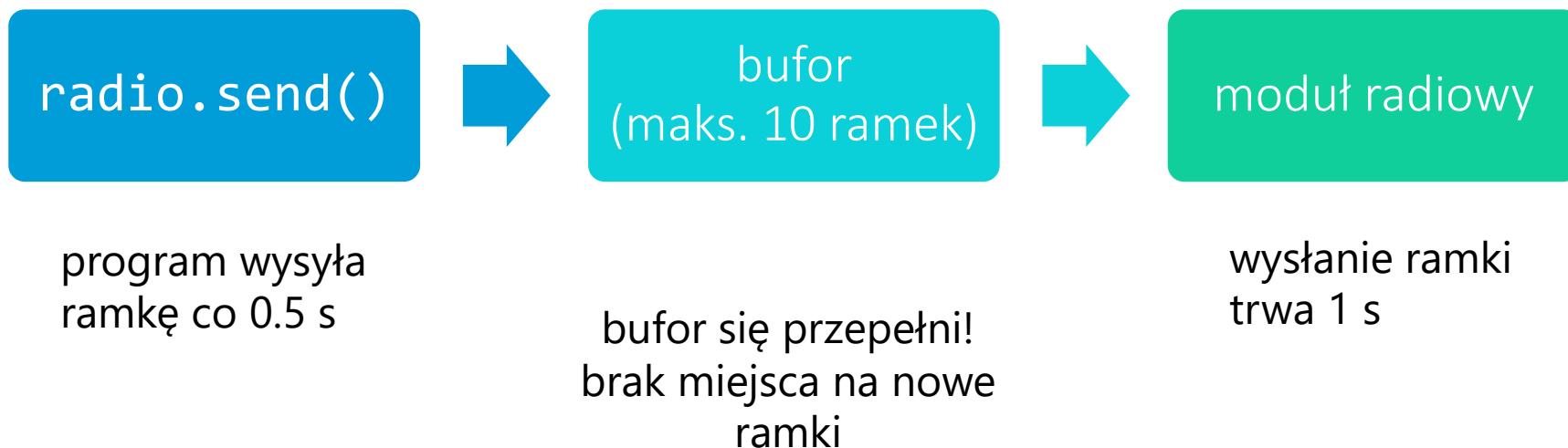


Spreading Factor – wyższa wartość zwiększa pewność transmisji, ale zmniejsza przepływność. Możliwe ustawienia:
SpreadingFactor_7 - SpreadingFactor_12

Coding Rate – niższa wartość (traktuj np. 4_5 jak ułamek 4/5) zwiększa pewność transmisji, ale zmniejsza przepływność.
Możliwe ustawienia: CodingRate_4_5, CodingRate_4_6, CodingRate_4_7, CodingRate_4_8.

Prędkość bitowa:
$$R [bps] = \frac{BW [Hz]}{2^{SF}} \cdot CR$$

Szybkość wysyłania danych - bufor nadawczy



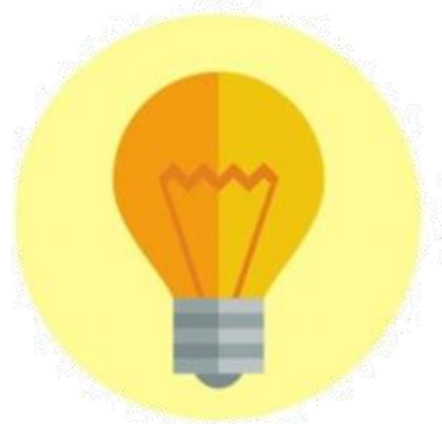
W przypadku przepełnienia bufora na Serial Monitorze zostanie wyświetlone:
[radio] TX buffer full!

Poprawne działanie – czyszczenie kolejki:
[radio] cleared TX queue

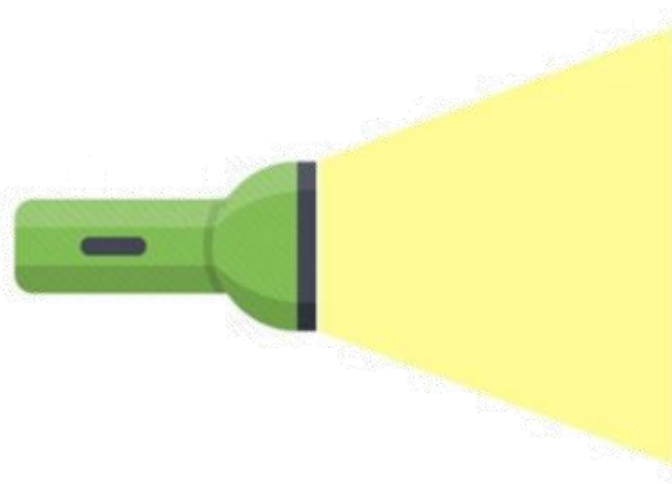
Aby wyłączyć wiadomości serwisowe:
radio.disable_debug()

Anteny

- Odpowiednio dobrane anteny zwiększą zasięg!
- Charakterystyka anteny: kierunkowa czy dookólna?
- Zakres częstotliwości – dopasowany do radia
- Wymiary anten
- Złącza



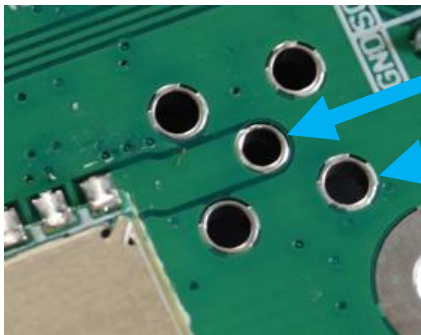
Omnidirectional



Directional

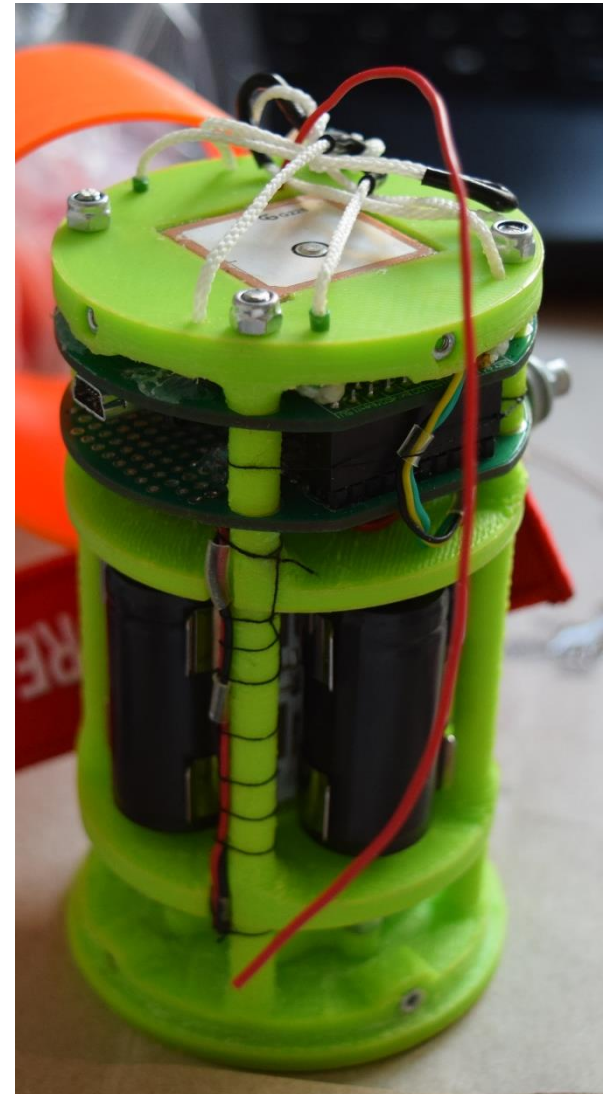
Antena w CanSat

- CanSat – elastyczna antena z cienkiego drutu
- Monopol - kabel o długości $\frac{1}{4} \lambda \approx 17 \text{ cm}$, przylutowany bezpośrednio do transceivera
- Powinna wystawać na zewnątrz obudowy CanSata
- Najlepiej od góry / dołu
- Należy uważać na przypadkowe ekranowanie, które zmniejszy zasięg (włókno węglowe, metale)



Żyła „gorąca”

Stress relief



Anteny – stacja naziemna

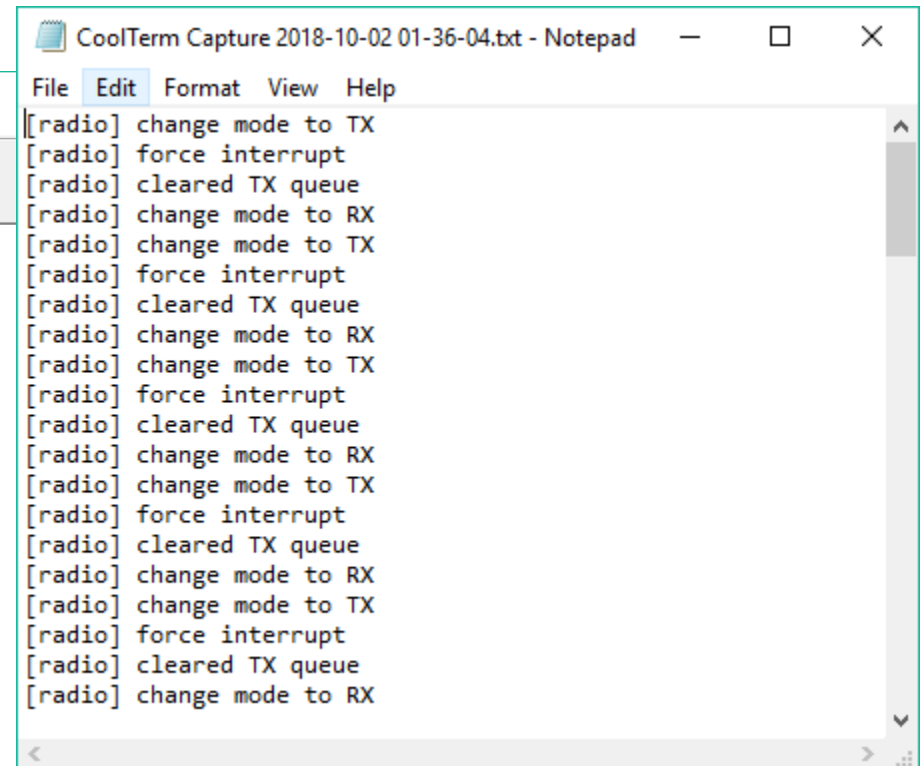
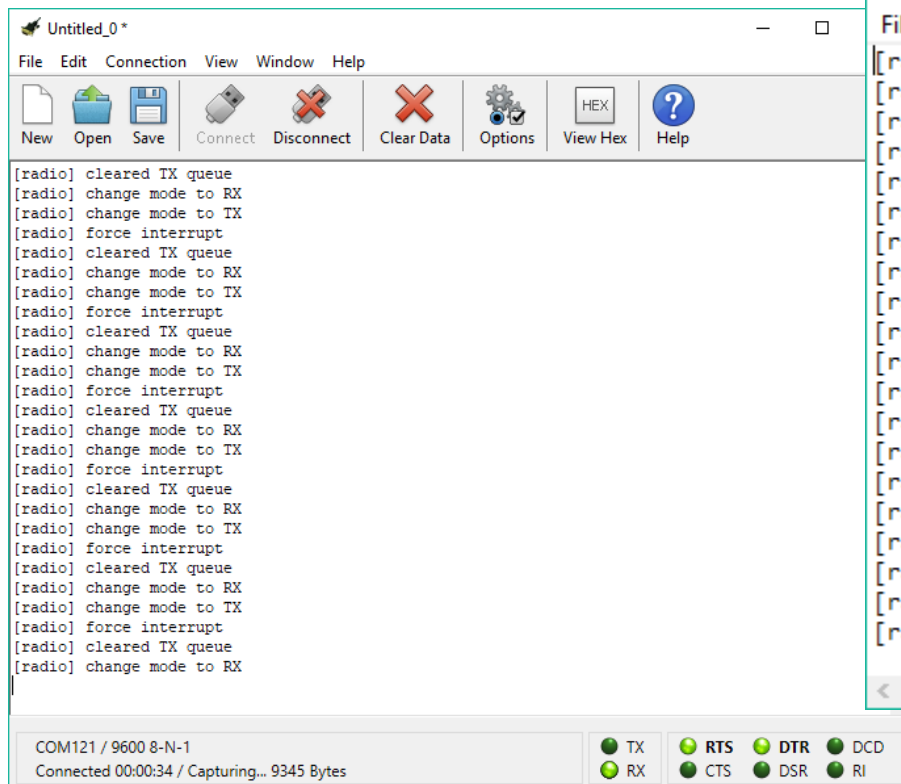
Kierunkowa - zalecana typu Yagi

Złącze SMA (w zestawie)



Zapisywanie danych z Arduino

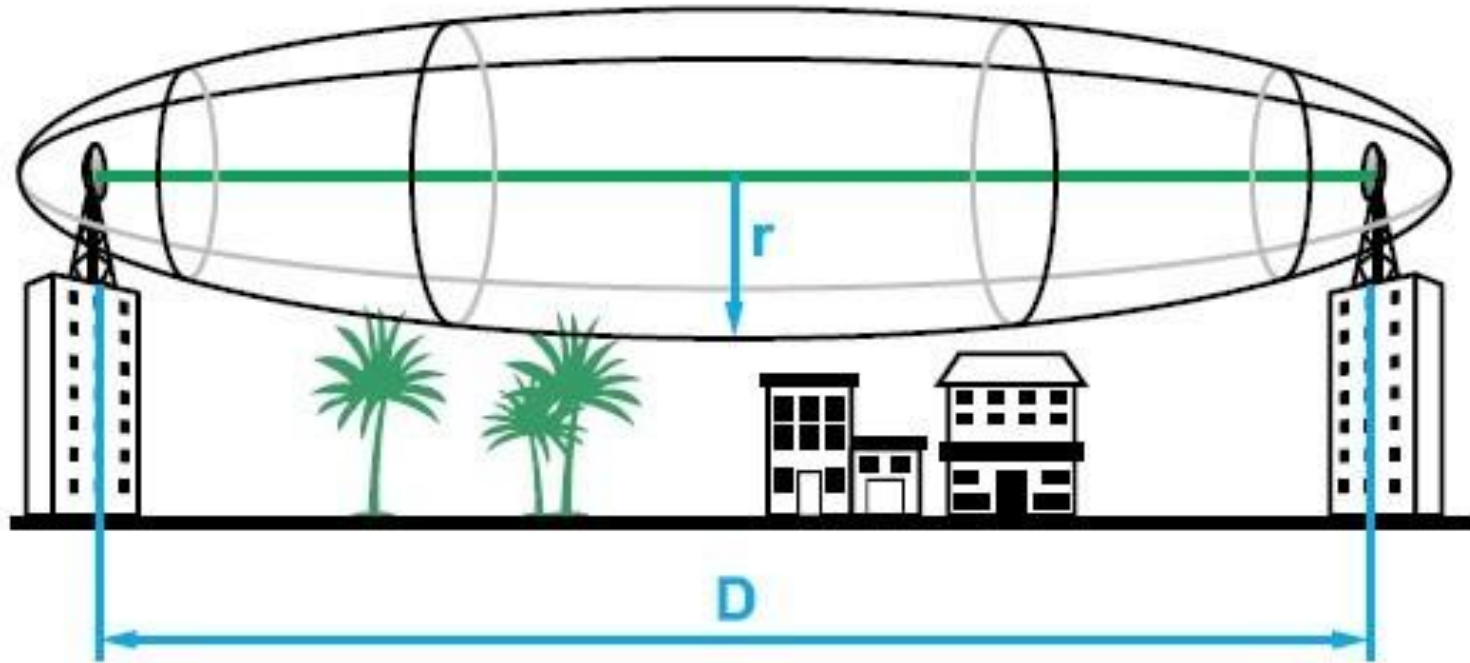
- Serial monitor Arduino jest wystarczający do szybkiego „spojrzenia” na port
- Nie nadaje się do przechwytywania większych ilości danych



program CoolTerm

Propagacja sygnału radiowego

- Bardzo często komunikacja zawodzi przy ziemi - strefa Fresnela



- Problemem mogą być również odbicia od budynków lub tłumienie (szczególnie problematyczne w dużych miastach)

Testy zasięgu radiowego

- Docelowe anteny, ale nie potrzebny jest zbudowany CanSat
- Docelowy zasięg > 3 km
- Testy na ziemi, pomiędzy wysokimi budynkami lub pagórkami



Inne transceivery i moduły radiowe

Inne moduły radiowe, transmitery TV itp. mogą zostać dopuszczone do użycia pod następującymi warunkami:

- są zgodne z obowiązującymi przepisami w Polsce,
- nie zakłócają prawidłowej pracy innych CanSatów,
- **uzyskają akceptację organizatorów - waiver.**

