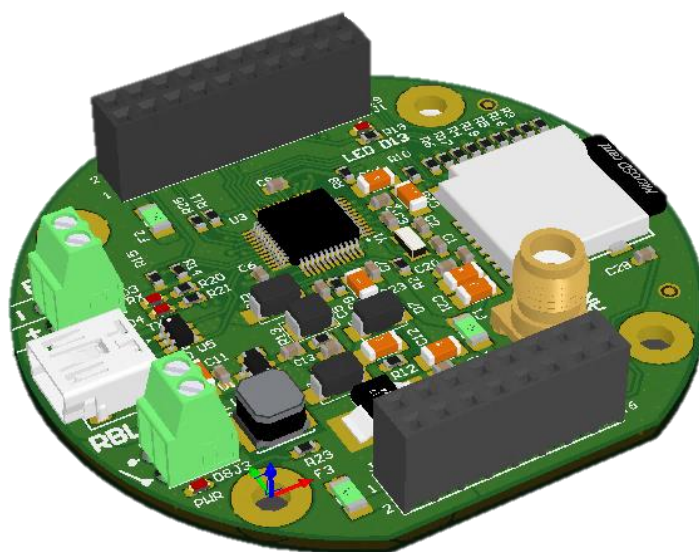


# Dokumentacja zestawu startowego CanSat Kit



Rewizja dokumentu: v1.1 (2018-09)  
Dotyczy zestawu CanSat Kit rev. 1.1

# 1 Spis treści

---

2	Przeznaczenie zestawu.....	4
3	Elementy zestawu .....	4
4	Parametry techniczne .....	5
4.1	Płytką główną CanSata / stacji naziemnej .....	5
4.1.1	Informacje ogólne .....	5
4.1.2	Mapa złącz, gniazd i diod LED .....	6
4.1.3	Źródła i metody zasilania płytki .....	14
4.1.4	Układ zasilania .....	15
4.1.5	Mikrokontroler .....	16
4.1.6	Czytnik kart microSD .....	17
4.1.7	Moduł radiowy .....	17
4.1.8	Parametry mechaniczne.....	18
4.2	Czujnik temperatury .....	19
4.2.1	Parametry pomiarowe .....	19
4.2.2	Zasilanie .....	20
4.2.3	Interfejs.....	20
4.2.4	Pinout.....	20
4.2.5	Parametry mechaniczne.....	20
4.3	Czujnik ciśnienia atmosferycznego .....	21
4.3.1	Parametry pomiarowe .....	21
4.3.2	Zasilanie .....	21
4.3.3	Interfejs.....	21
4.3.4	Pinout.....	21
4.3.5	Parametry mechaniczne.....	22
5	Uruchomienie zestawu .....	22
5.1	Instalacja i konfiguracja środowiska Arduino IDE .....	22
5.2	Podłączanie płytki do komputera za pomocą portu USB .....	27
5.3	Wgranie pierwszego programu „Hello CanSat” .....	28
5.4	Podłączenie i testy czujnika temperatury .....	30
5.5	Podłączenie i testy czujnika ciśnienia .....	31

5.6	Używanie karty micro SD .....	32
5.7	Używanie modułu radiowego .....	34
5.7.1	Konfiguracja nadajnika.....	34
5.7.2	Konfiguracja odbiornika.....	35
5.8	Podłączenie anten .....	36
6	Zestaw analogiczny .....	37
6.1	Lista elementów zestawu analogicznego .....	37
6.2	Podłączenie modułów .....	38
6.3	Różnice i ograniczenia .....	38
7	Bezpieczeństwo i zasady prawidłowego użytkowania .....	39

## 2 Przeznaczenie zestawu

---

Zestaw startowy CanSat Kit zaprojektowany został jako platforma do budowy minisatelity CanSat oraz stacji naziemnej zgodnych z wymaganiami konkursu „CanSats in Europe” oraz polskich zawodów CanSat organizowanych przez ESERO-PL.



Przed użyciem zestawu należy zapoznać się z niniejszym dokumentem, w szczególności z rozdziałem 7. **Bezpieczeństwo i zasady prawidłowego użytkowania.**

## 3 Elementy zestawu

---

Zestaw zawiera wszystkie niezbędne komponenty elektroniczne do wypełnienia misji podstawowej minisatelity CanSat: moduł zasilania (bez akumulatora/baterii), komputer pokładowy, moduły łączności bezprzewodowej, a także czujniki temperatury i ciśnienia atmosferycznego.

Obudowa minisatelity CanSat, system odzysku (np. spadochron) oraz akumulator/bateria zasilająca powinny zostać wykonane/dodane przez użytkownika zestawu według wymagań danego minisatelity.

**Zestaw CanSat Kit składa się z następujących elementów:**

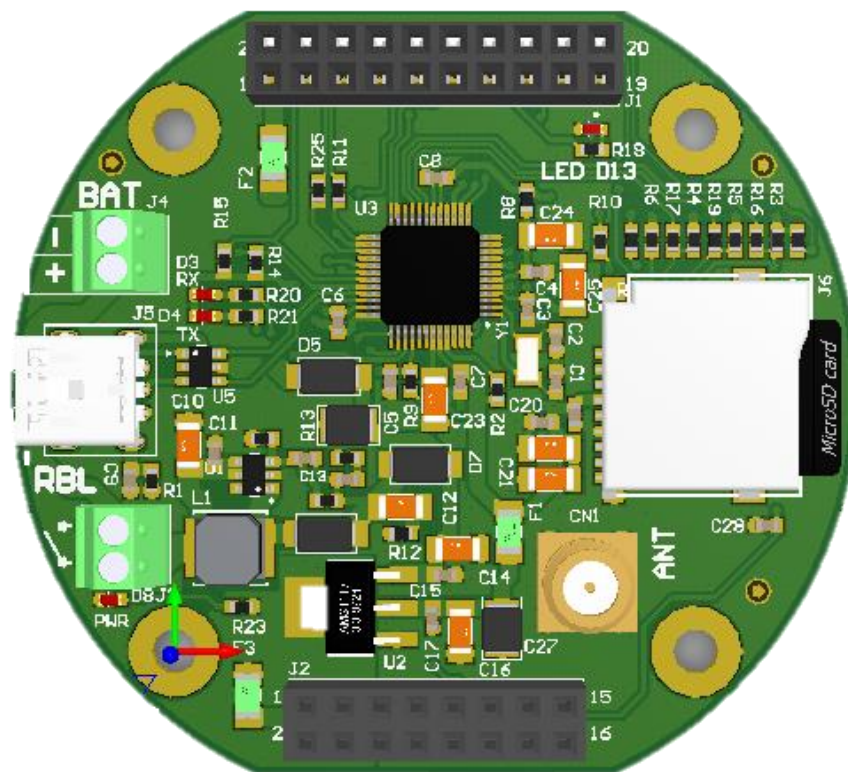
- 2 x płytki główna CanSata / stacji naziemnej
- 1 x płytki drukowana prototypowa
- 1 x czujnik temperatury LM35
- 1 x czujnik ciśnienia BMP280
- 2 x kabel mini USB
- 1 x złącze antenowe SMA
- 1 x listwa kołkowa 2x40-pin 2.54 mm
- 2 x złącze śrubowe typu terminal block 2.54 mm
- 1 x płytki stykowa

- 8 x kabel do płytki stykowej
- 1 x opakowanie ESD

## 4 Parametry techniczne

---

### 4.1 Płytką główną CanSata / stacji naziemnej



#### 4.1.1 Informacje ogólne

Płytką główną dedykowaną jest do użycia zarówno w minisatelicie CanSat, jak i w stacji naziemnej do odbioru danych drogą radiową.

Płytką główną składa się z następujących bloków:

- układ zasilania – umożliwia zasilenie płytki i urządzeń zewnętrznych z pojedynczego ogniwa baterii litowo-jonowej lub innych ogniw o napięciach 2.5 – 5.0 V;
- komputer pokładowy – mikrokontroler zgodny z Arduino M0, z możliwością programowania przez port USB;
- magazyn danych – złącze na kartę microSD, dostępne z poziomu komputera pokładowego;
- moduł łączności bezprzewodowej – układ radiowy nadawczo-odbiorczy, oparty o standard LoRa, z zewnętrznym złączem antenowym.

#### 4.1.2 Mapa złącz, gniazd i diod LED

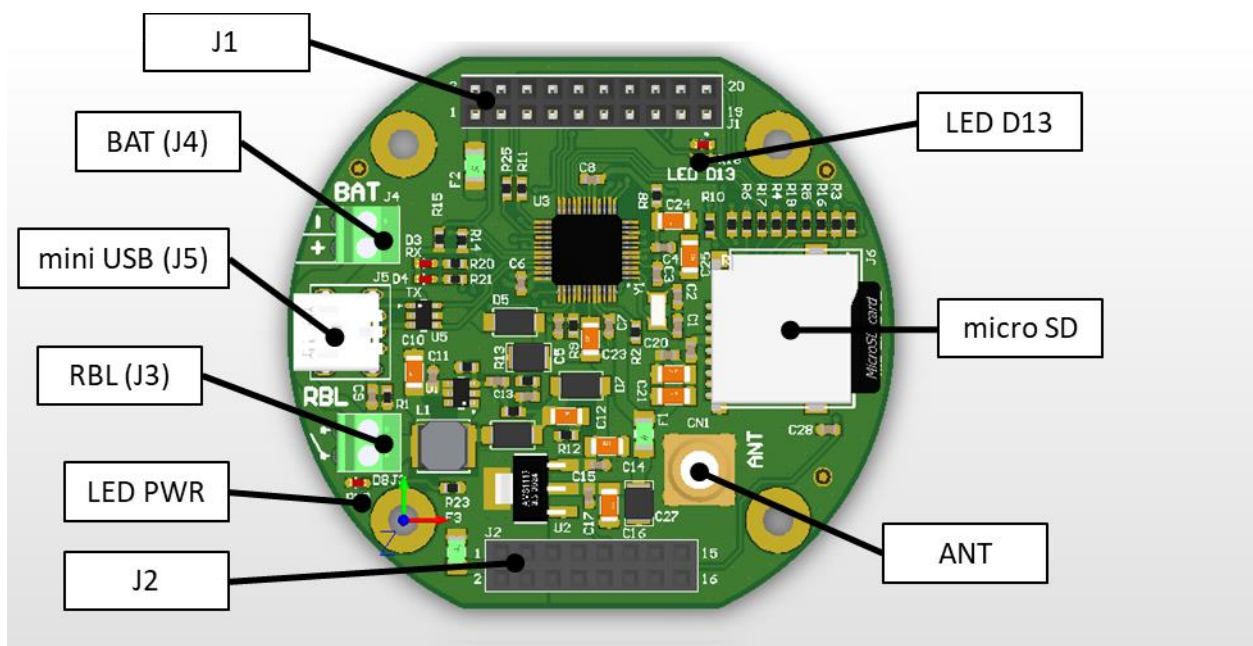


Tabela 1. Złącza płytki głównej / stacji naziemnej

Nazwa złącza	Opis i funkcje
<b>BAT (J4)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• złącze zasilania zewnętrznego (np. z baterii): 2.5 – 5.0 V,</li> <li>• raster 2.5 mm,</li> <li>• możliwość wlutowania złącza typu listwa kołkowa (header), śrubowego (terminal block) lub przylutowania przewodów (ze <a href="#">stress reliefem</a>).</li> </ul>
<b>RBL (J3)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zworka zasilania,</li> <li>• możliwość wpięcia głównego włącznika,</li> </ul>
<b>mini USB (J5)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zasilanie,</li> <li>• programowanie mikrokontrolera z Arduino IDE,</li> <li>• przesyłanie danych (SerialUSB),</li> <li>• po więcej szczegółów zobacz dokumentację Arduino M0 dotyczącą złącza USB.</li> </ul>
<b>J1, J2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• złącze kołkowe żeńskie 2.5 mm,</li> <li>• dostępne napięcia zasilające,</li> <li>• wyprowadzone wejścia/wyjścia mikrokontrolera.</li> </ul>
<b>micro SD</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• złącze na karty pamięci micro SD,</li> <li>• podłączone do mikrokontrolera – zob. 4.1.6.</li> </ul>
<b>ANT</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• złącze anteny modułu radiowego,</li> <li>• możliwość przylutowania <a href="#">złącza SMA</a> np. do wkręcenia większej anteny (w stacji naziemnej),</li> <li>• możliwość przylutowania anteny ćwierćfalowej wykonanej z przewodu.</li> </ul>

### 4.1.2.1 Złącze J1



Piny zaznaczone (✓) jako „Arduino M0” są w pełni kompatybilne z płytką Arduino M0. Szczegółowe informacje o właściwościach i wykorzystaniu tych pinów są dostępne w dokumentacji Arduino M0: <https://store.arduino.cc/arduino-m0>



Standard napięcie dla pinów mikrokontrolera to 3.3 V. Podłączenie urządzeń pracujących w innych standardach napięciowych (np. 5 V) może skutkować uszkodzeniem zestawu.

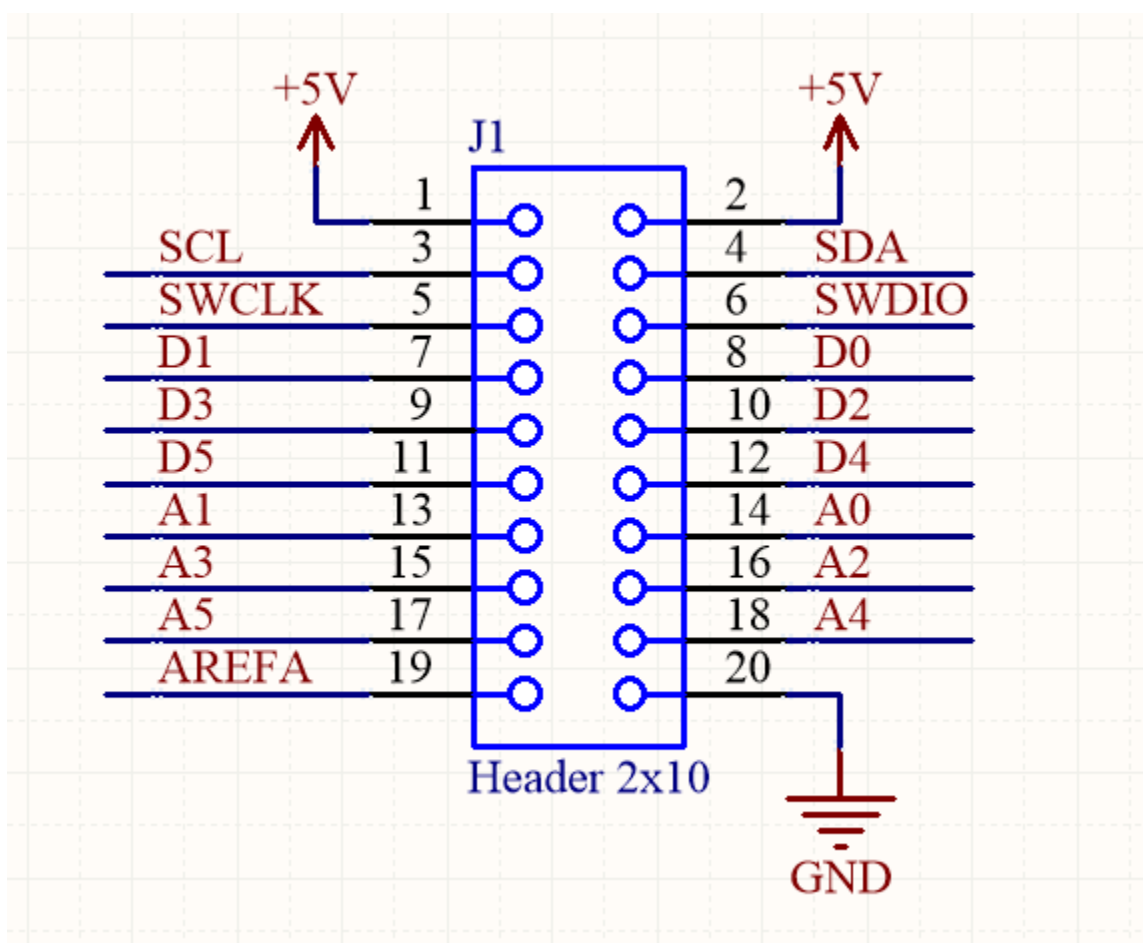




Tabela 2. Mapa pinów złącza J1

Pin nr	Nazwa	Arduino M0	Opis	Użycie w Arduino IDE			
				<a href="#">wejście / wyjście cyfrowe</a>	<a href="#">wejście analogowe</a>	<a href="#">wyjście analogowe</a>	inne funkcje
1	+5 V		Zasilanie + 5 V	-	-	-	-
2	+5 V		Zasilanie + 5 V	-	-	-	-
3	SCL <sup>2</sup>	✓	Interfejs I2C – linia SCL (clock)	17	-	-	I2C – <a href="#">Wire lib</a>
4	SDA <sup>2</sup>	✓	Interfejs I2C – linia SDA (data)	16	-	-	I2C – <a href="#">Wire lib</a>
5	SWCLK		pin do programowania przy użyciu zewnętrznego programatora	-	-	-	-
6	SWDIO		pin do programowania przy użyciu zewnętrznego programatora	-	-	-	-
7	D1	✓	Generalnego przeznaczenia – wejście/wyjście cyfrowe (GPIO) Serial port TX: w Arduino IDE jako <code>Serial1</code>	1	-	-	Serial1 (TX)
8	D0	✓	Generalnego przeznaczenia – wejście/wyjście cyfrowe (GPIO) Serial port RX: w Arduino IDE jako <code>Serial1</code>	0	-	-	Serial1 (RX)
9	D3	✓	Generalnego przeznaczenia – wejście/wyjście cyfrowe (GPIO)	3	-	3	-
10	D2	✓	Generalnego przeznaczenia – wejście/wyjście cyfrowe (GPIO)	2	-	2	-

11	D5	✓	Generalnego przeznaczenia – wejście/wyjście cyfrowe (GPIO)	5	-	5	-
12	D4	✓	Generalnego przeznaczenia – wejście/wyjście cyfrowe (GPIO)	4	-	4	-
13	A1	✓	Wejście/wyjście cyfrowe (GPIO), wejście analogowe (ADC)	A1	A1	-	-
14	A0	✓	Wejście/wyjście cyfrowe (GPIO), wejście analogowe (ADC), wyjście analogowe (DAC)	A0	A0	A0	-
15	A3	✓	Wejście/wyjście cyfrowe (GPIO), wejście analogowe (ADC)	A3	A3	-	-
16	A2	✓	Wejście/wyjście cyfrowe (GPIO), wejście analogowe (ADC)	A2	A2	-	-
17	A5	✓	Wejście/wyjście cyfrowe (GPIO), wejście analogowe (ADC)	A5	A5	-	-
18	A4	✓	Wejście/wyjście cyfrowe (GPIO), wejście analogowe (ADC)	A4	A4	-	-
19	AREFA	✓	<u>Zewnętrzne napięcie referencyjne</u> dla przetwornika ADC (opcjonalnie)	-	-	-	-
20	GND	✓	Masa	-	-	-	-

#### 4.1.2.2 Złącze J2



Piny zaznaczone (✓) jako „Arduino M0” są w pełni kompatybilne z płytką Arduino M0. Szczegółowe informacje o właściwościach i wykorzystaniu tych pinów są dostępne w dokumentacji Arduino M0: <https://store.arduino.cc/arduino-m0>

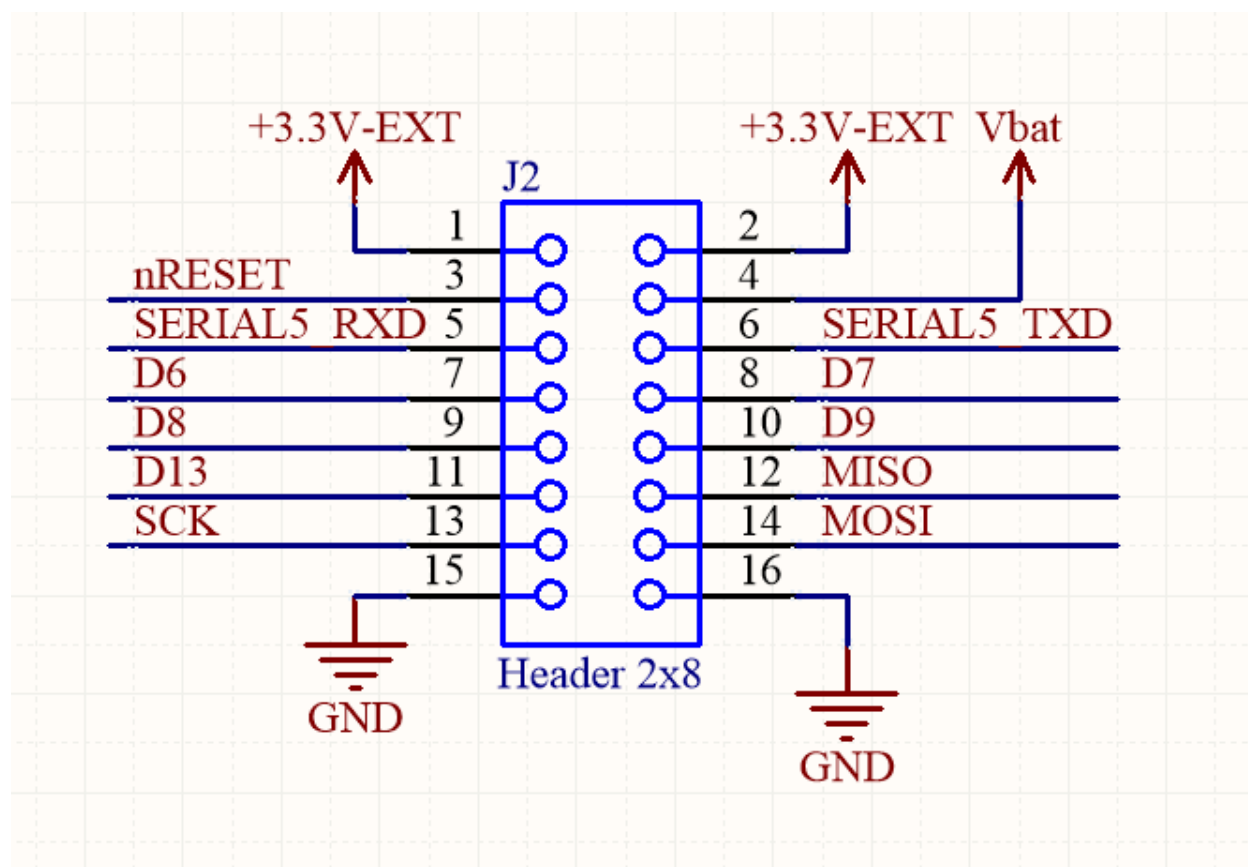


Tabela 3. Mapa pinów złącza J2

Pin nr	Nazwa	Arduino M0	Opis	Użycie w Arduino IDE			
				<a href="#">wejscie / wyjscie cyfrowe</a>	<a href="#">wejscie analogowe</a>	<a href="#">wyjscie analogowe</a>	inne funkcje
1	+3.3 V		Zasilanie + 3.3 V	-	-	-	-
2	+3.3 V		Zasilanie + 3.3 V	-	-	-	-
3	nRESET	✓	Zanegowany reset mikrokontrolera (zwarcie z GND powoduje reset mikrokontrolera)	-	-	-	-
4	Vbat		Napięcie z wejścia Vbat (za zworką RBL)	-	-	-	-
5	SERIAL5_RXD	✓ <sup>1</sup>	Dodatkowy Serial port RX: w Arduino IDE jako <b>Serial</b>	-	-	-	Serial (RX)
6	SERIAL5_TXD	✓ <sup>1</sup>	Dodatkowy Serial port TX: w Arduino IDE jako <b>Serial</b>	-	-	-	Serial (TX)
7	D6	✓	Generalnego przeznaczenia – wejście/wyjście cyfrowe (GPIO)	6	-	-	-
8	D7	✓	Generalnego przeznaczenia – wejście/wyjście cyfrowe (GPIO)	7	-	-	-
9	D8	✓	Generalnego przeznaczenia – wejście/wyjście cyfrowe (GPIO)	8	-	-	-
10	D9	✓	Generalnego przeznaczenia – wejście/wyjście cyfrowe (GPIO)	9	-	-	-
11	D13	✓	Generalnego przeznaczenia – wejście/wyjście cyfrowe (GPIO), podłączona dioda D13	13	-	-	-

12	MISO <sup>2</sup>	✓	Interfejs SPI, podłączony czytnik kart SD oraz moduł radiowy	18	-	-	-
13	SCK <sup>2</sup>	✓	Interfejs SPI, podłączony czytnik kart SD oraz moduł radiowy	20	-	-	-
14	MOSI <sup>2</sup>	✓	Interfejs SPI, podłączony czytnik kart SD oraz moduł radiowy	21	-	-	-
15	GND	✓	Masa	-	-	-	-
16	GND	✓	Masa	-	-	-	-

**Przypisy:**

<sup>1</sup> – dostępne na Arduino M0 w wersji [Wemos SAMD21 M0](#)

<sup>2</sup> – do linii podłączono rezystor podciągający do 3.3 V (pull-up) o rezystancji 15 kΩ

### 4.1.2.3 Diody

Tabela 4. Diody świecące (LED) dostępne na płytce i ich funkcje

Nazwa diody	Opis
<b>LED D13</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• dioda LED bezpośrednio podłączona do pinu D13 mikrokontrolera,</li><li>• kompatybilna z diodą D13 w Arduino M0 (LED_BUILTIN),</li><li>• po więcej szczegółów zobacz dokumentację Arduino M0.</li></ul>
<b>LED PWR</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• dioda sygnalizująca obecność napięcia na linii zasilania 3.3 V,</li><li>• obecność napięcia na linii 3.3 V implikuje obecność na linii 5 V (oraz VBAT jeśli zasilanie jest dostarczane przez VBAT).</li></ul>

### 4.1.3 Źródła i metody zasilania płytki

Płytką główną może być zasilana na kilka różnych sposobów, które zostały przedstawione poniżej:

#### 1) Złącze zasilające J4 (BAT)

- minimalne napięcie wejściowe: 2.5 V
- maksymalne napięcie wejściowe: 5.0 V
- zasilanie układów płytki ze złącza BAT następuje tylko wtedy, gdy zwarta jest zworka oznaczona jako RBL,
- zalecane jest zasilanie płytki z akumulatorów litowo-jonowych (1 celi szeregowo/1S, 3.7 - 4.3 V), baterii lub akumulatorów 3 x AA/AAA połączone szeregowo (3.6 – 4.5 V).

#### 2) Złącze mini USB (J5)

- maksymalne napięcie wejściowe: 5.5 V
- podłączenie płytki za pomocą złącza mini USB spowoduje zasilanie jej modułów (w tym pojawienie się napięcia na liniach zasilających 5 V i 3.3 V na złączu J1 i J2) niezależnie od stanu zworki RBL.

#### 3) Złącze kołkowe J2: VBAT (pin 4) oraz GND (piny 15 lub 16)

- minimalne napięcie wejściowe: 2.5 V
- maksymalne napięcie wejściowe: 5.0 V
- podłączenie płytki za pomocą tego złącza spowoduje zasilanie jej modułów (w tym pojawienie się napięcia na liniach zasilających 5 V i 3.3 V na złączu J1 i J2) niezależnie od stanu zworki RBL.



Zamiana polaryzacji zasilania powoduje nieodwracalne uszkodzenia na płycie!



Podłączenie napięcia większego niż maksymalne napięcie podane w specyfikacji dla danego wejścia może spowodować nieodwracalne uszkodzenia na płycie!

#### 4.1.4 Układ zasilania

Układ zasilania obecny na płycie odpowiada za konwersję energii elektrycznej, dystrybucję na płycie głównej do zasilania jej podzespołów oraz dostarczenie energii do zasilania układów dołączanych do płytki głównej przez użytkownika.

**Układ dostarcza następujące linie zasilania na złączach J1 i J2:**

- **linia 5 V**
  - napięcie (minimalne, nominalne, maksymalne): 4.7 V, 5.0 V, 5.4 V
  - wydajność prądowa: maksymalnie 0.75 A, zalecana 0.5 A
- **linia 3.3 V**
  - napięcie (minimalne, maksymalne): 3.0 V, 3.3 V
  - wydajność prądowa: maksymalnie 0.75 A, zalecana 0.5 A
- **linia VBAT**
  - bezpośrednie, niezabezpieczone napięcie z baterii (za zworką RBL).



Sumaryczny pobór prądu z linii 3.3 V i 5 V nie może przekraczać 1 A.



W przypadku poboru większego prądu niż podano w specyfikacji dla danej linii, zostanie aktywowane zabezpieczenie nadprądowe, które skutkuje odłączeniem linii na pewien okres czasu. Cała płytka powinna zostać odłączona od zasilania na kilka minut, aby przywrócić napięcie na odłączonej linii. Zabezpieczenie prądowe jest realizowane za pomocą bezpieczników typu „polyfuse”

### Zworka RBL:

Zworka RBL jest podłączona szeregowo ze pinem „+” złącza BAT (J4). Zalecane jest podłączenie przełącznika do złącza RBL (J3), który będzie pełnił funkcję głównego włącznika CanSata. Jeśli przełącznik jest zlokalizowany w innym miejscu, złącze RBL (J3) można zewrzeć.



Zworka ma wpływ tylko i wyłącznie za odłączanie/włączanie źródła zasilania podpiętego do złącza BAT (J4). Nie ma ona wpływu, jeśli płytkę zasilana jest przez złącze miniUSB (J5) oraz przez pin VBAT na złączu J2!

## 4.1.5 Mikrokontroler

Adel ATSAMD21G18 to wydajny, 32-bitowy mikrokontroler z rdzeniem ARM Cortex® M0. W 100% zgodny z Arduino M0.

### Parametry techniczne:

Mikrokontroler	ATSAMD21G18, LQFP 48
Architektura rdzenia	ARM Cortex-M0+
Napięcie pracy	3.3V
Pamięć Flash	256 KB
Pamięć SRAM	32 KB
Częstotliwość zegara	48 MHz

Dostępne dla użytkownika interfejsy zostały wymienione w tabelach 4.1.2.1 oraz 4.1.2.2.



Pobór prądu z każdego pinu mikrokontrolera:

- maksymalnie 10 mA
- rekomendowane 7 mA



Sumaryczny pobór prądu z pinów w obrębie jednej grupy zasilania maksymalnie 65 mA. Zobacz [dokumentację mikrokontrolera](#).





Sumaryczny pobór prądu ze wszystkich pinów mikrokontrolera maksymalnie 130 mA. Zobacz [dokumentację mikrokontrolera](#).

## 4.1.6 Czytnik kart microSD

Czytnik kart microSD został podłączony do mikrokontrolera poprzez interfejs SPI, zgodnie z poniższą tabelą.

Pin karty SD (funkcja w trybie SPI karty SD)	Pin mikrokontrolera
DAT0 (MISO)	MISO
CMD (MOSI)	MOSI
CLK (Clock / SCK)	SCK
DAT3 (Chip Select / CS)	D11



Więcej informacji o podłączaniu karty SD do Arduino można znaleźć w [dokumentacji biblioteki](#) oraz [poradniku](#).

## 4.1.7 Moduł radiowy

Moduł radiowy SX1278 został podłączony do mikrokontrolera poprzez interfejs SPI oraz dodatkowe piny GPIO, zgodnie z poniższą tabelą:

Pin modułu SX1278	Pin mikrokontrolera
MISO	MISO
MOSI	MOSI
SCK	SCK
NSS	D10
RESET	nRESET
DIO0	D12
DIO1	D9 <sup>1</sup>

Przypisy:

<sup>1</sup> – domyślnie pin DIO1 nie jest podłączony do pinu mikrokontrolera D9, aby to zrobić należy wlutować rezystor R10 - wielkość SMD0603 o wartości 0 - 100  $\Omega$  lub zwórkę np. kawałek drutu. Nie jest to jednak niezbędne do wykonania misji CanSata, instrukcja przez cały czas zakłada, że pin jest odłączony.

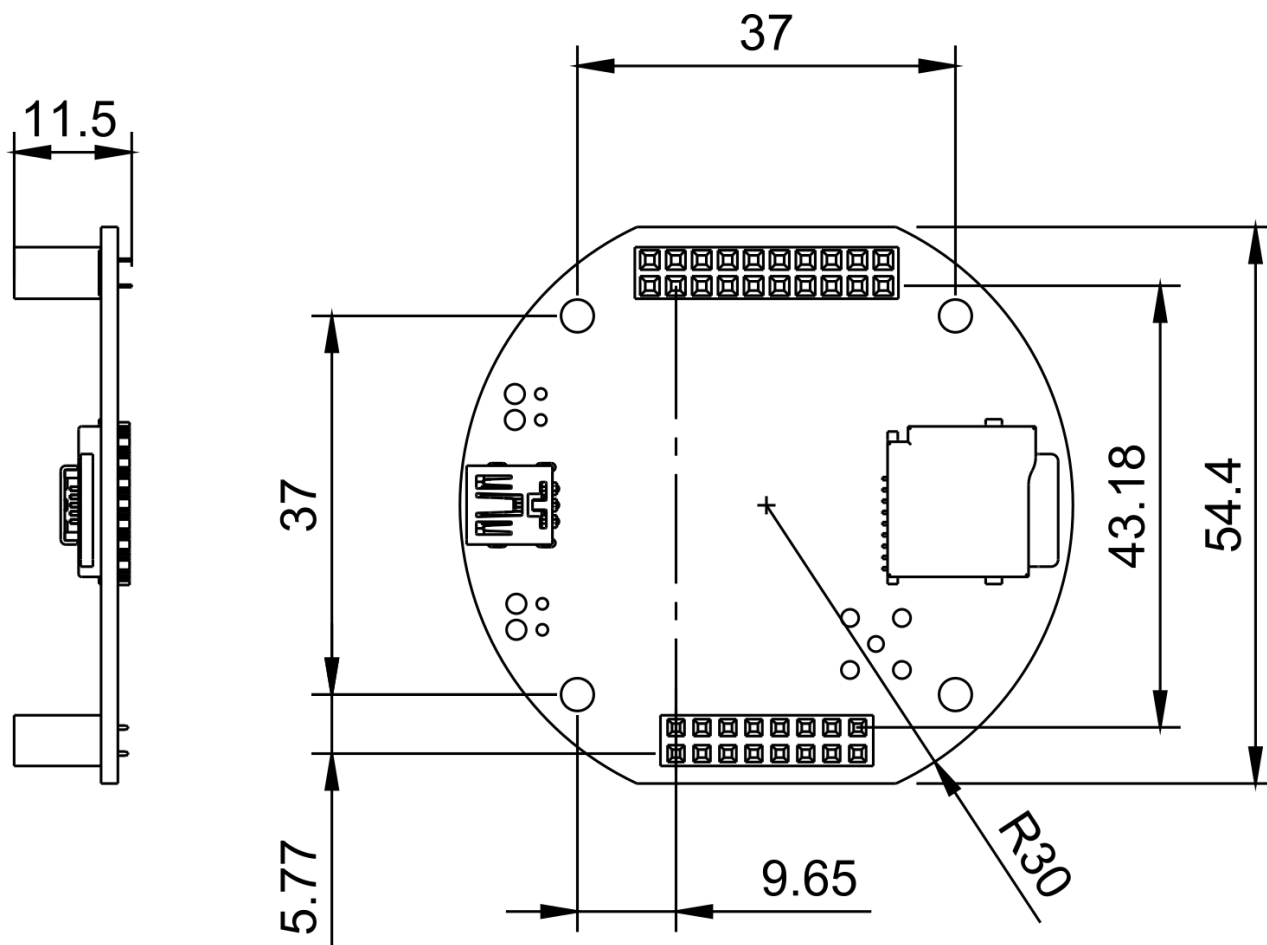


Szczegółowe informacje o module radiowym SX1278 można znaleźć w jego [dokumentacji](#).

### 4.1.8 Parametry mechaniczne

Kształt płytki: koło o promieniu 30 mm ze ściętymi fragmentami – w miejscu ścięcia szerokość 54.4 mm.

Na płytce rozmieszczone są 4 otwory montażowe przeznaczone na śruby M3 (średnica 3.2 mm). Otwory posiadają metalizowane obręcze (średnica 6.5 mm), podłączone bezpośrednio do masy (GND).



## 4.2 Czujnik temperatury



Szczegółowe informacje o czujniku temperatury LM35 można znaleźć w jego [dokumentacji](#).

### 4.2.1 Parametry pomiarowe

- 0.5 °C dokładności (w temperaturze 25 °C)
- Dostosowany do zakresu temperatur -55 °C to 150 °C
- Niskie samoogrzewanie (self-heating), 0.08 °C w stojącym powietrzu
- Nielinowość pomiaru  $\pm\frac{1}{4}$  °C (typowo)

## 4.2.2 Zasilanie

- zakres napięcia zasilania: 4 V – 20 V
- pobór prądu: 60  $\mu A$

## 4.2.3 Interfejs

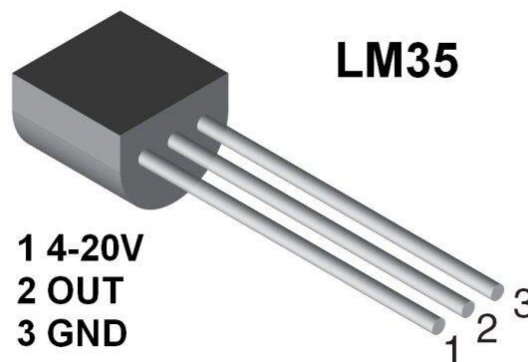
LM35 jest czujnikiem analogowym. Informacja o mierzonej temperaturze zakodowana jest w postaci napięcia wyjściowego obecnego na pinie nr 2 czujnika, zgodnie z równaniem:

$$V_{out} = T [^{\circ}C] \cdot 10 [mV/^{\circ}C]$$

gdzie  $T [^{\circ}C]$  jest mierzoną temperaturą.

## 4.2.4 Pinout

Poniższy obrazek pokazuje identyfikację pinów czujnika LM35 ([źródło grafiki](#)):



1. VCC
2. OUT
3. GND

## 4.2.5 Parametry mechaniczne

Czujnik posiada obudowę plastikową typu TO-92 z trzema wyprowadzeniami. Przybliżone wymiary czujnika przedstawione są w [dokumentacji obudowy TO-92](#) (strony 29-30).

## 4.3 Czujnik ciśnienia atmosferycznego



Szczegółowe informacje o czujniku ciśnienia atmosferycznego BMP280 można znaleźć w jego [dokumentacji](#).

### 4.3.1 Parametry pomiarowe

- Zakres pomiaru ciśnienia: 300 - 1100 hPa
- Zakres pomiaru temperatury: od -40 - 85 °C
- Dokładność bezwzględna (0 - 65 °C): ±1 hPa
- Dokładność względna (700 – 900 hPa przy +25 °C do +40 °C): ± 0.12 hPa (odpowiada ±1 m)
- Czas pomiaru: od 5.5 ms

### 4.3.2 Zasilanie

- zakres napięcia zasilania: 1.71 V – 3.6 V
- pobór prądu: < 1 mA

### 4.3.3 Interfejs

- komunikacja z mikrokontrolerem poprzez cyfrowy interfejs I2C (linie SDA i SCL)
- adres I2C czujnika: 0x76
- zarówno mikrokontroler, jak i czujnik na swojej płytce posiadają odpowiednie rezystory podciągające linie SDA i SCL (pull-up), wymagane do prawidłowej pracy interfejsu I2C
- alternatywnie możliwość użycia interfejsu SPI – szczegóły dostępne w dokumentacji czujnika

### 4.3.4 Pinout

Pogrubione skróty obecne są na spodniej stronie płytki czujnika:

- **VCC** - Napięcie zasilania 3.3 V

- **GND** - Masa
- **SCL** - Zegar I2C / SPI
- **SDA** - Linia danych I2C / MOSI w trybie SPI
- **CSB** - Chip Select (standardowo nieużywany, nieprzylutowany)
- **SD0** - MISO w trybie SPI (standardowo nieużywany, nieprzylutowany)

### 4.3.5 Parametry mechaniczne

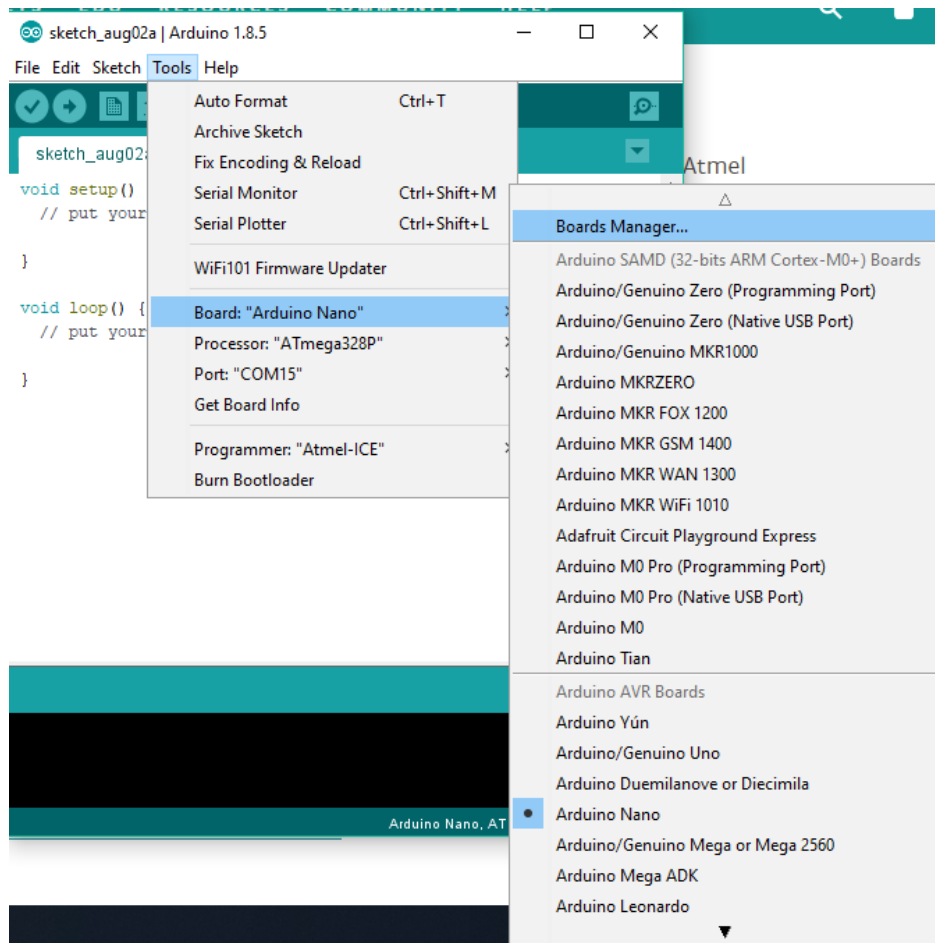
- Czujnik jest przylutowany do niewielkiej płytki PCB ze złączem w postaci listwy kołkowej 6-pin o rastrze 2.54 mm.
- Dostępne są również dwa otwory montażowe o średnicy 3 mm.
- Rozmiar płytki: 15 x 10 mm
- Masa: 0.6 g

## 5 Uruchomienie zestawu

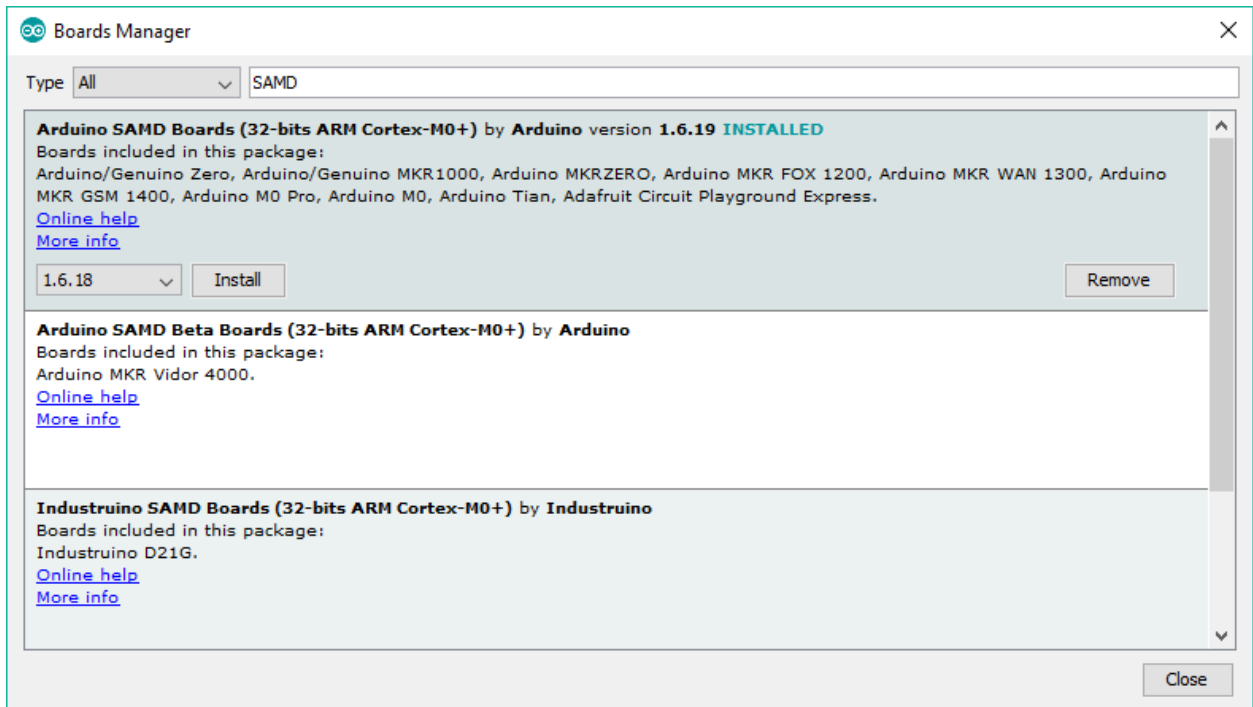
---

### 5.1 Instalacja i konfiguracja środowiska Arduino IDE

- 1) Pobierz program Arduino IDE w wersji desktop przynajmniej 1.8.5 ze strony <https://www.arduino.cc/en/main/software> dla swojego systemu operacyjnego.
- 2) Zainstaluj oprogramowanie zgodnie z instrukcjami dla swojego systemu operacyjnego: <https://www.arduino.cc/en/Guide/HomePage>.
- 3) Uruchom Arduino IDE i przejdź do opcji: „Tools → Board: ... → Boards Manager...”.

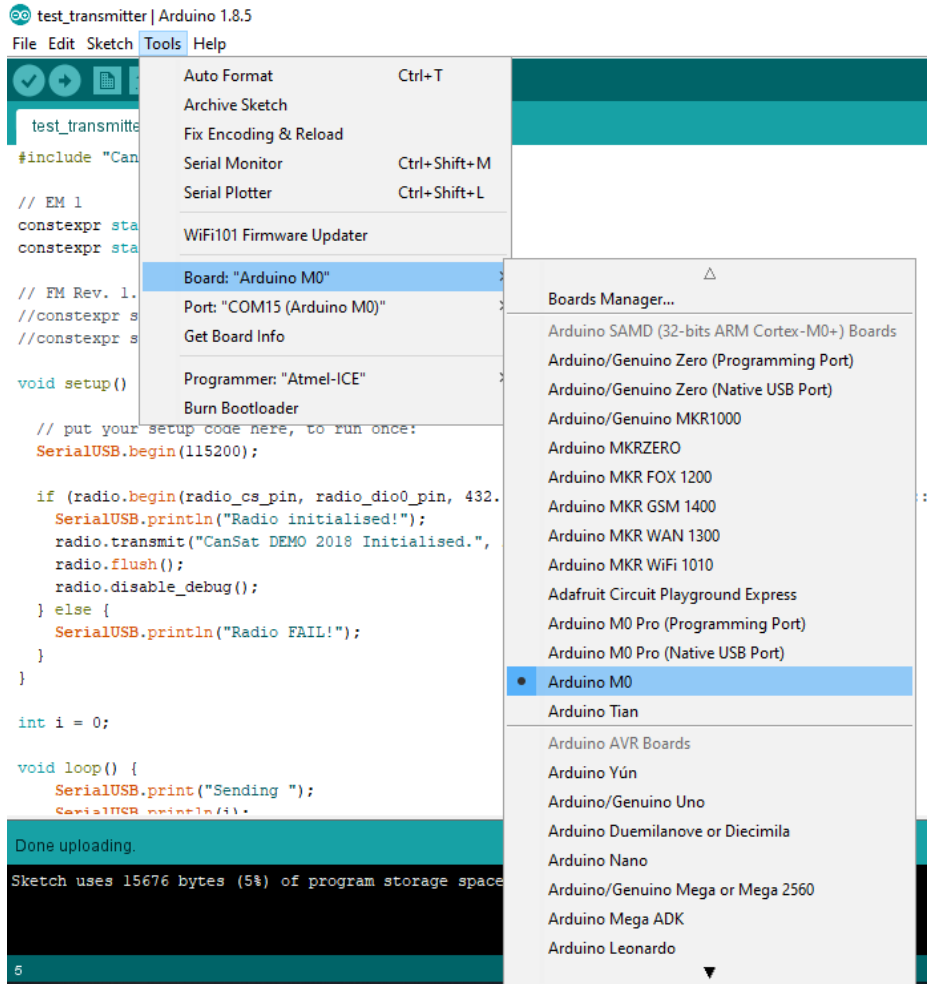


- 4) W oknie „Boards Manager” wyszukaj „SAMD” i zainstaluj paczkę „Arduino SAMD Boards (32-bits ARM Cortex-M0+)” w najnowszej wersji i zamknij okno.

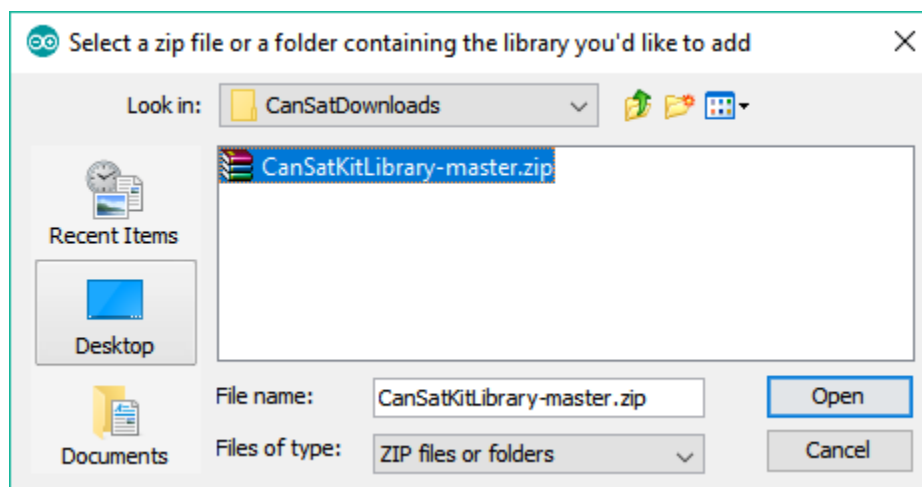
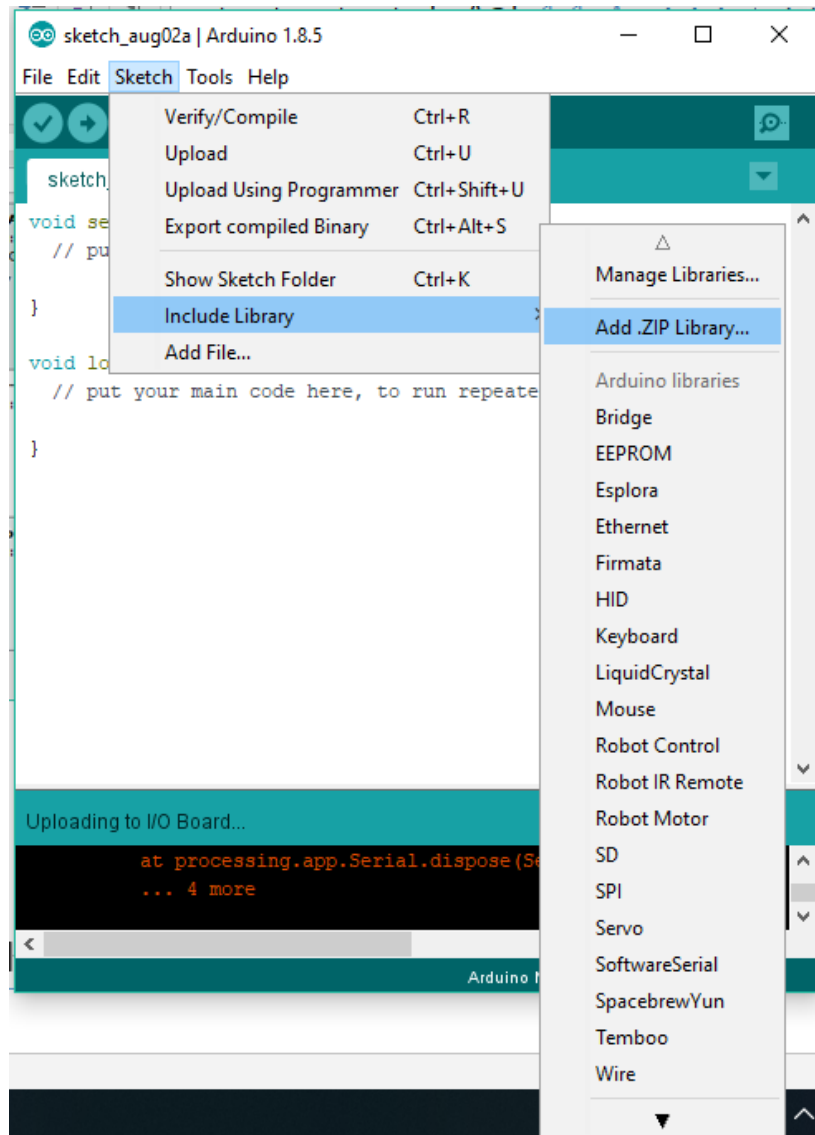


- 5) Po zainstalowaniu pakietu płytek Arduino SAMD należy wybrać rodzaj płytki, która będzie używana – w menu „Tools → Board → Arduino M0”.

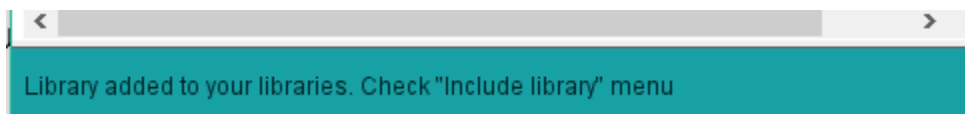




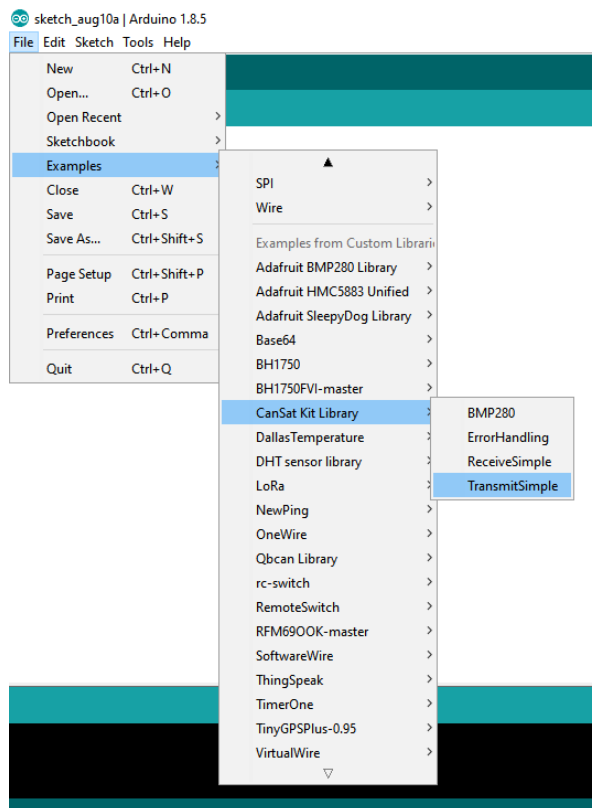
- 6) Przejdź do zakładki „Sketch → Include Library → Add .ZIP Library...” i wybierz plik „CanSatKitLibrary-master.zip” dostarczony z zestawem CanSat Kit lub pobieramy aktualną wersję ze strony <https://github.com/CanSatKit/CanSatKitLibrary>



Na pasku w dolnej części okna powinien się pojawić następujący napis potwierdzający dodanie biblioteki:

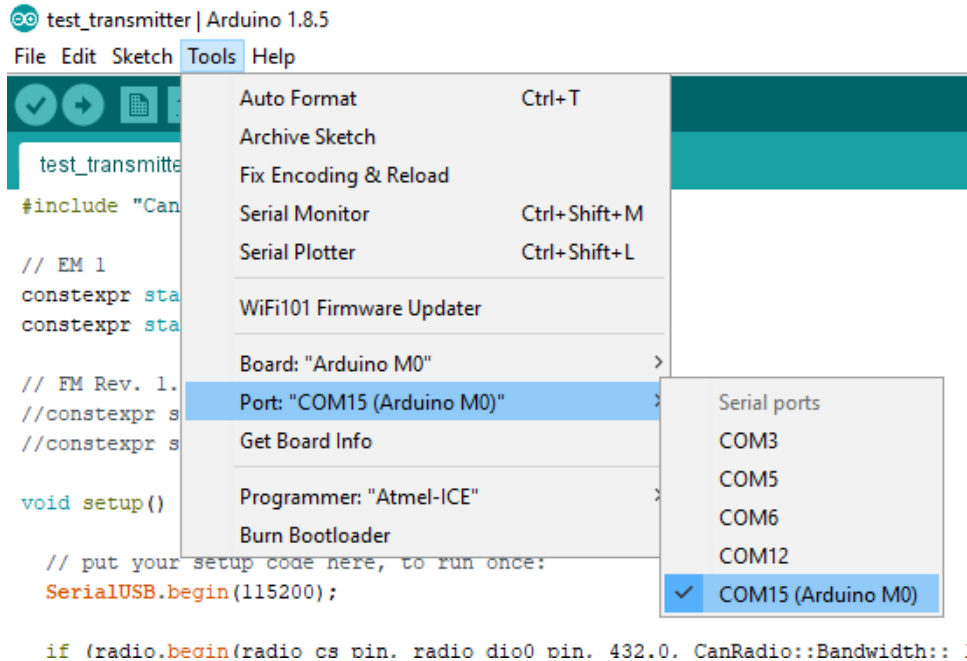


7) W menu „File → Examples → CanSat Kit Library” dostępne są przykładowe programy.



## 5.2 Podłączanie płytki do komputera za pomocą portu USB

- 1) Używając kabla mini USB dołączonego do zestawu podłącz jedną z płytek głównych CanSat Kit do komputera PC.
- 2) W menu „Tools → Port” powinna być widoczna płytka Arduino M0 pod nazwą „COMx (Arduino M0)”. Po wybraniu tego portu możliwe będzie programowanie i komunikacja z podłączoną płytką.



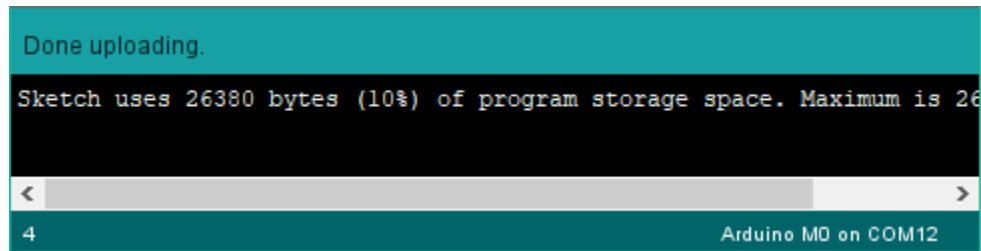
### 5.3 Wgranie pierwszego programu „Hello CanSat”

- 1) Otwórz przykładowy program „File → Examples → CanSatKit → HelloCanSatKit”
- 2) Upewnij się, że płytkę jest podłączona do komputera, a Arduino IDE ustawione jest zgodnie z punktami 5.1 5) oraz 5.2.
- 3) Po wciśnięciu przycisku „Upload” (na pierwszym rysunku poniżej) rozpocznie się kompilacja i wgrywanie oprogramowania na płytkę (drugi rysunek):



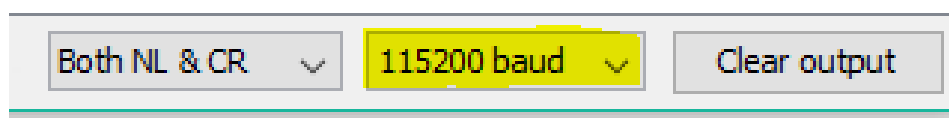
Proces wgrywania jest sygnalizowany przez miganie niebieskiej diody D13.

- 4) Po zakończeniu wgrywania (jak na rysunku poniżej) nowy program jest wykonywany przez płytke CanSat Kit.



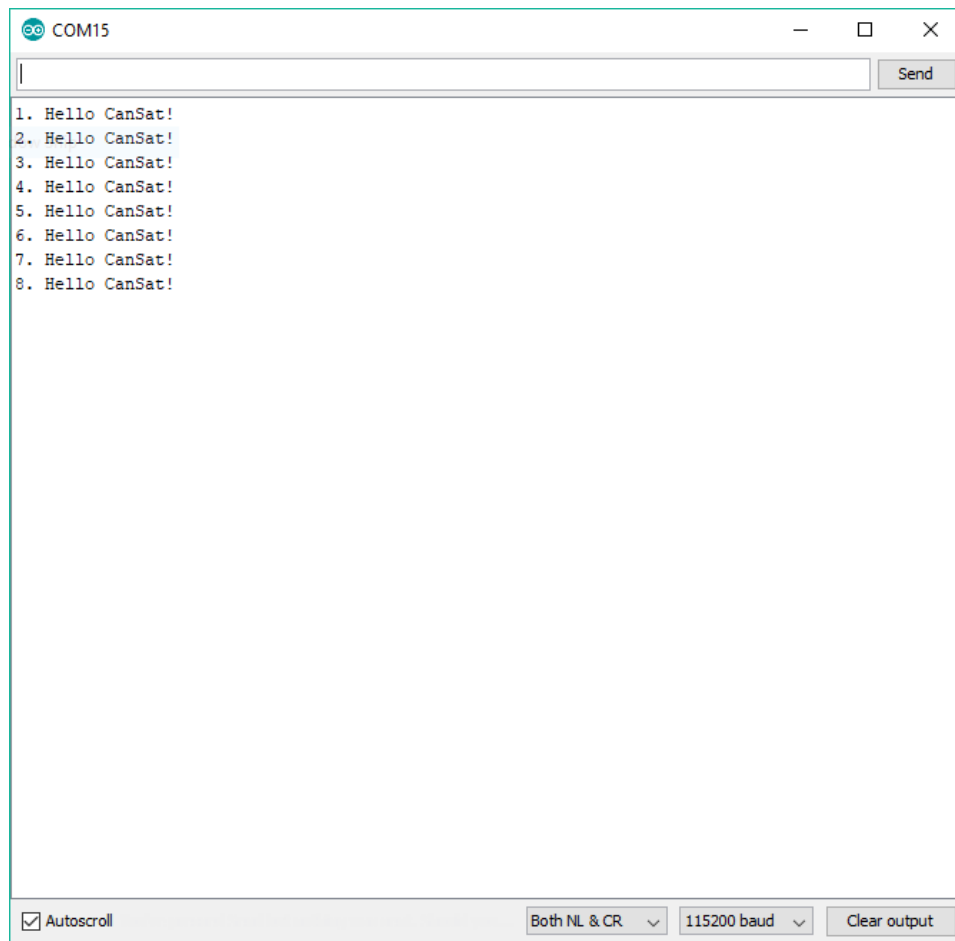
- 5) Ostatnim krokiem jest weryfikacja działania programu.

- Dioda LED D13 powinna migać co 1 sekundę.
- Po otwarciu Monitora Portu Szeregowego (Serial Monitor): „Tools → Serial Monitor” lub ikona lupy w prawym, górnym rogu Arduino IDE na ekranie powinny wyświetlać się komunikaty przesyłane do komputera przez płytke CanSat Kit.  
Uwaga! Należy upewnić się, że wybrana jest prędkość „115200 baud” – jak pokazano na obrazku poniżej:



**Uwaga! Po wgraniu oprogramowania może zmienić się numer portu COM – aby otworzyć „Serial Monitor” może okazać się konieczne ponowne wybranie portu - patrz 5.2 pkt. 2).**

Wynik działania programu jest widoczny na obrazku poniżej:

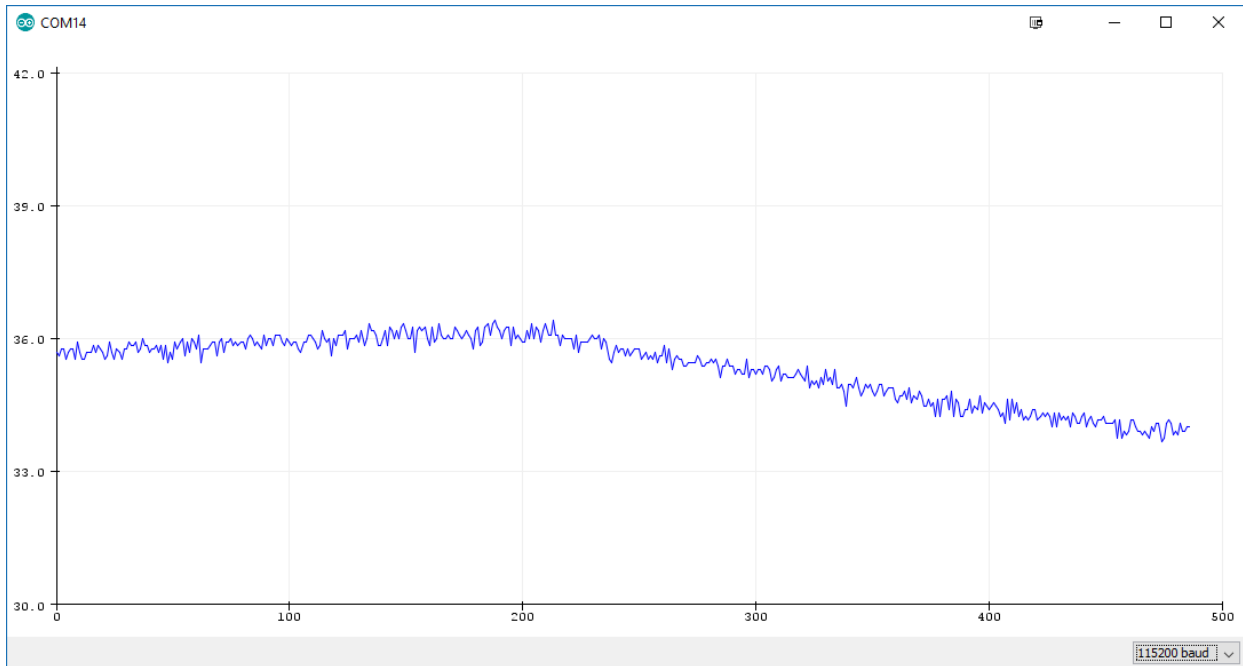


## 5.4 Podłączenie i testy czujnika temperatury

1) Podłącz czujnik temperatury do płytki CanSat Kit w następujący sposób:

Piny płytki CanSat Kit	Piny czujnika LM35
+5 V	(1) Vcc
A0	(2) OUT
GND	(3) GND

- Otwórz przykładowy program „File → Examples → CanSatKit → TemperatureSensor” i wgraj go na płytkę.
- Po otwarciu Monitora Portu Szeregowego (Serial Monitor) na ekranie wyświetlone zostaną pomiary temperatury. Alternatywnie można otworzyć aplikację „Kreślarka”: „Tools → Serial Plotter” (lub kombinacja klawiszy Ctrl-Shift-L).

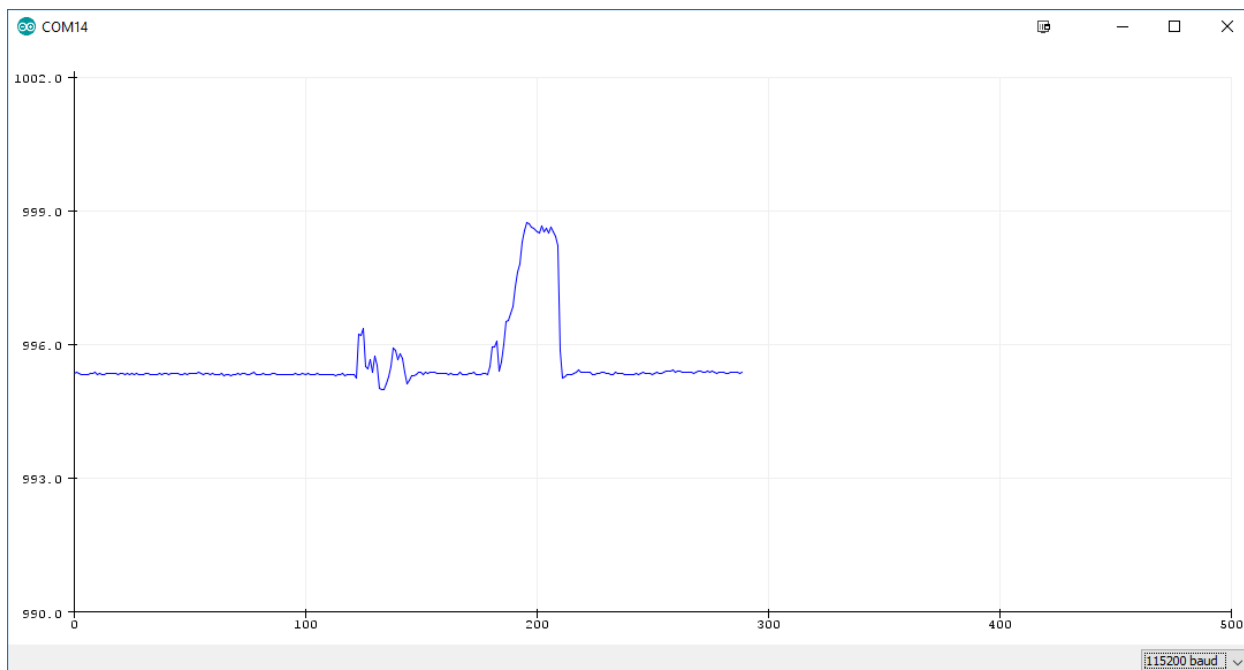


## 5.5 Podłączenie i testy czujnika ciśnienia

1) Podłącz czujnik ciśnienia do płytki CanSat Kit w następujący sposób:

Piny płytki CanSat Kit	Piny czujnika ciśnienia BMP280
+3.3 V	VCC
GND	GND
SCL	SCL
SDA	SDA

- Otwórz przykładowy program „File → Examples → CanSatKit → PressureSensor” i wgraj go na płytkę.
- Po otwarciu Monitora Portu Szeregowego (Serial Monitor) na ekranie wyświetlone zostaną pomiary ciśnienia. Alternatywnie można otworzyć aplikację „Kreślarka”: „Tools → Serial Plotter” (lub kombinacja klawiszy Ctrl-Shift-L).

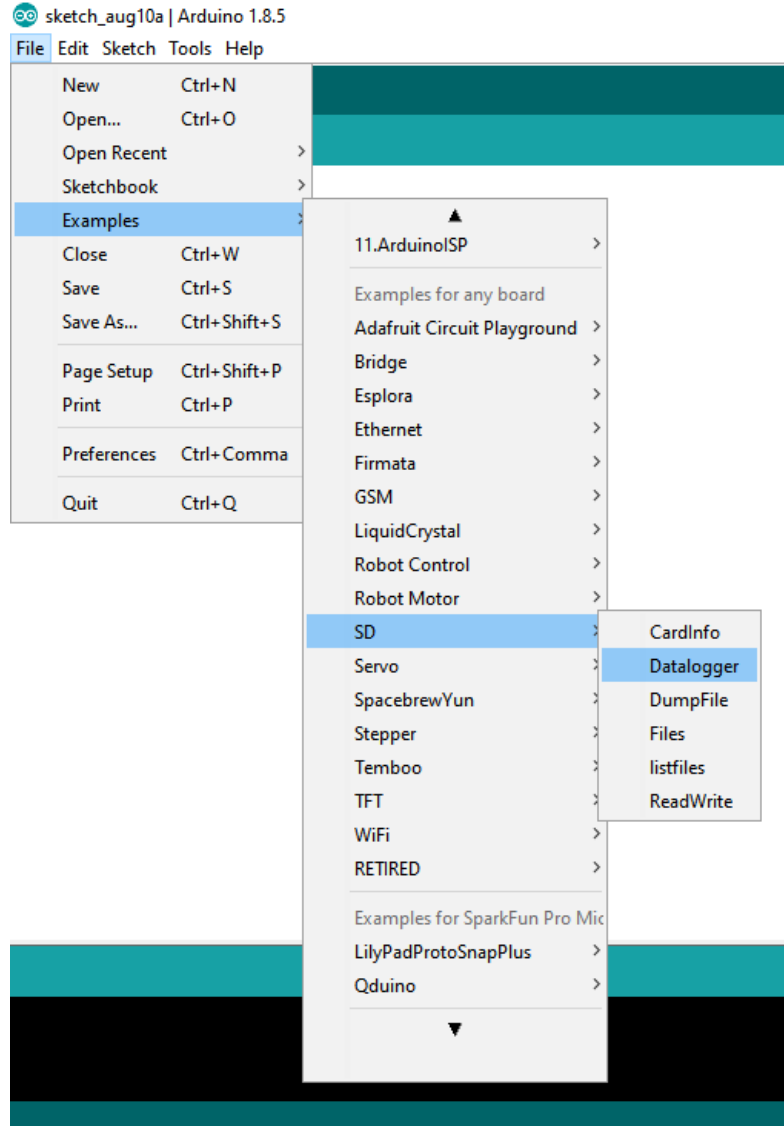


## 5.6 Używanie karty micro SD

Do uruchomienia tego przykładu konieczne będzie włożenie karty pamięci micro SD do odpowiedniego slotu na płytce. Polecane jest używanie kart o niewielkich rozmiarach np. 128 MB – 8 GB.

- 1) Włóż kartę micro SD do slotu na płytce (stykami karty SD do płytki), podłącz płytkę kablem USB do komputera.
- 2) W środowisku Arduino IDE otwórz przykład Datalogger: „File → Examples → SD → Datalogger”.





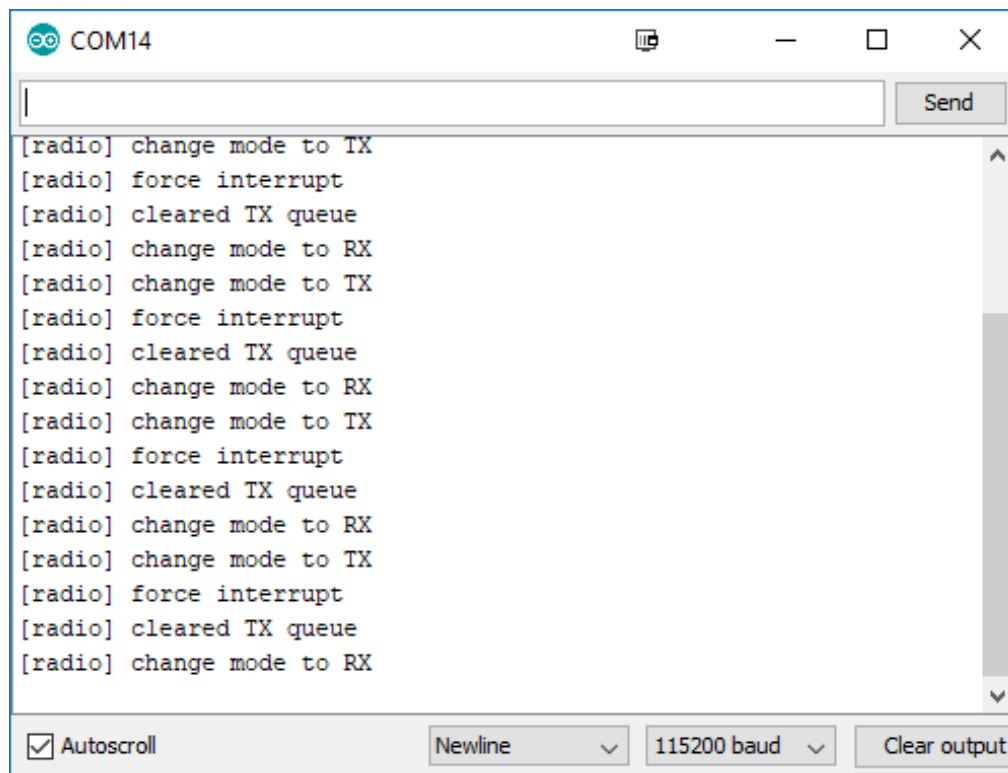
- 3) Dokonaj niezbędnych modyfikacji w programie:
  - stałą `const int chipSelect = 4;` zamień na `const int chipSelect = 11;`
  - wszystkie wystąpienia wyrazu `Serial` zamień na `SerialUSB`.
- 4) Skompiluj i wgraj program na płytke.
- 5) Otwórz monitor portu szeregowego i obserwuj dane które powinny być zapisane na kartę SD (program wyświetla i zapisuje wartości z trzech wejść analogowych do których można podłączyć np. czujnik LM35). W przypadku błędów inicjalizacji karty SD lub błędów zapisu stosowne informacje będą również wyświetlone.
- 6) Po pewnym czasie (kilku minutach) odłącz płytke od zasilania, wysuń kartę ze slotu i włóż do czytnika w swoim komputerze PC. Odczytaj zawartość pliku z danymi i sprawdź, czy są one poprawne.

## 5.7 Używanie modułu radiowego

Do tego przykładu potrzebne będą dwie płytki CanSat Kit – jedna będzie pełniła rolę nadajnika (CanSat), a druga odbiornika (stacja naziemna).

### 5.7.1 Konfiguracja nadajnika

- 1) Otwórz przykładowy program „File → Examples → CanSatKit → RadioTransmitHelloCanSat” i wgraj go na płytkę.
- 2) Otwórz monitor portu szeregowego, zaobserwuj pojawiające się komunikaty – porównaj z poniższymi:



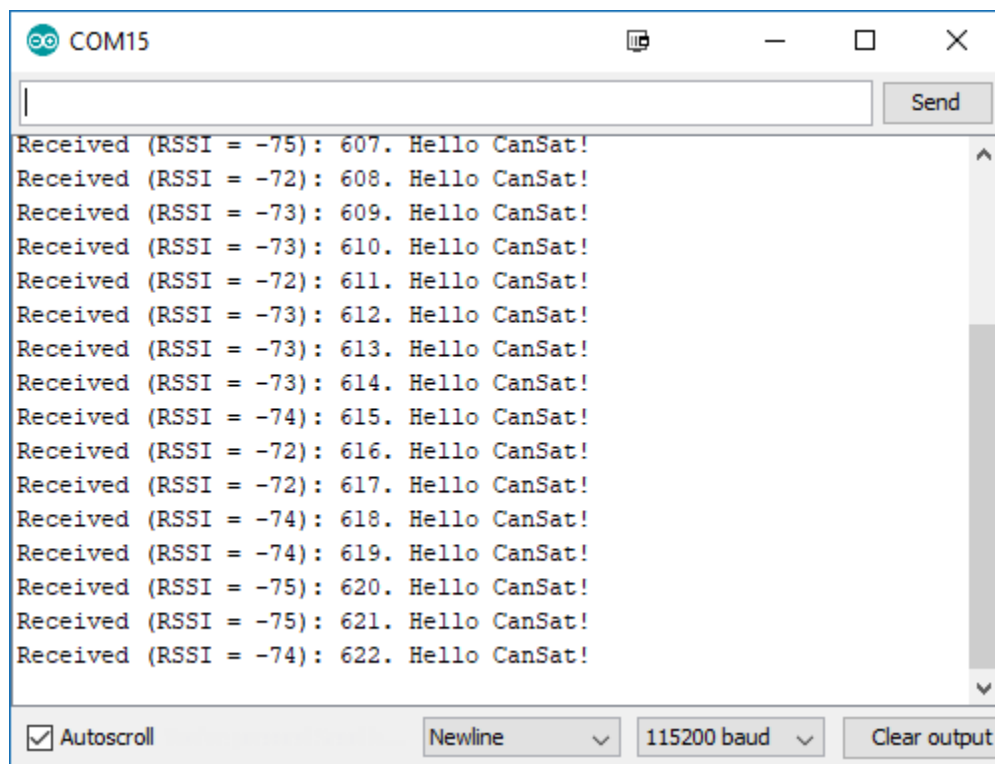
```
[radio] change mode to TX
[radio] force interrupt
[radio] cleared TX queue
[radio] change mode to RX
[radio] change mode to TX
[radio] force interrupt
[radio] cleared TX queue
[radio] change mode to RX
[radio] change mode to TX
[radio] force interrupt
[radio] cleared TX queue
[radio] change mode to RX
[radio] change mode to TX
[radio] force interrupt
[radio] cleared TX queue
[radio] change mode to RX
```

- 3) Zaobserwuj miganie diody D13 – sygnalizuje to poprawną pracę nadajnika.

## 5.7.2 Konfiguracja odbiornika

Następnie należy uruchomić odbiornik radiowy na drugiej płytce.

- 1) Podłącz drugą płytkę do komputera.
- 2) Wybierz port COM odpowiadający drugiej płytce.
- 3) Otwórz przykładowy program „File → Examples → CanSatKit → RadioReceiver” i wgraj go na płytkę.
- 4) Otwórz monitor portu szeregowego, zaobserwuj pojawiające się komunikaty – oznaczają one odebrane pakiety:



```
COM15
Received (RSSI = -75): 607. Hello CanSat!
Received (RSSI = -72): 608. Hello CanSat!
Received (RSSI = -73): 609. Hello CanSat!
Received (RSSI = -73): 610. Hello CanSat!
Received (RSSI = -72): 611. Hello CanSat!
Received (RSSI = -73): 612. Hello CanSat!
Received (RSSI = -73): 613. Hello CanSat!
Received (RSSI = -73): 614. Hello CanSat!
Received (RSSI = -74): 615. Hello CanSat!
Received (RSSI = -72): 616. Hello CanSat!
Received (RSSI = -72): 617. Hello CanSat!
Received (RSSI = -74): 618. Hello CanSat!
Received (RSSI = -74): 619. Hello CanSat!
Received (RSSI = -75): 620. Hello CanSat!
Received (RSSI = -75): 621. Hello CanSat!
Received (RSSI = -74): 622. Hello CanSat!
```

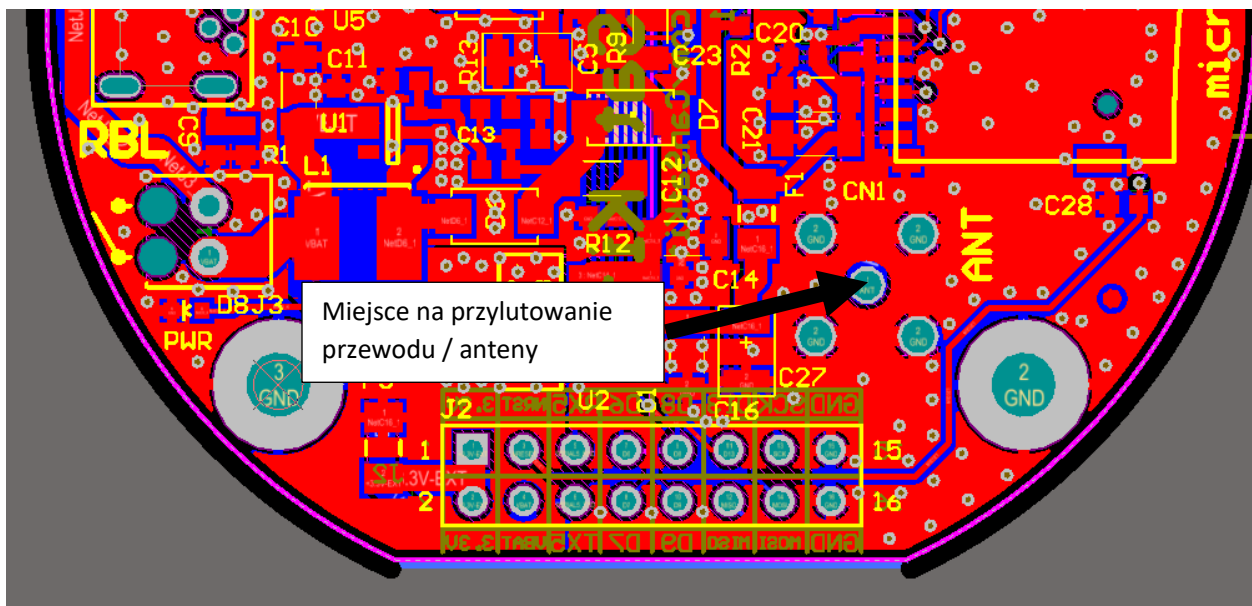
- 5) Parametr RSSI (Receiver Signal Strength Indicator) wskazuje siłę sygnału w odbiorniku. Zaobserwuj jak zbliżenie i oddalenie płytek wpływa na wartość RSSI.

## 5.8 Podłączenie anten



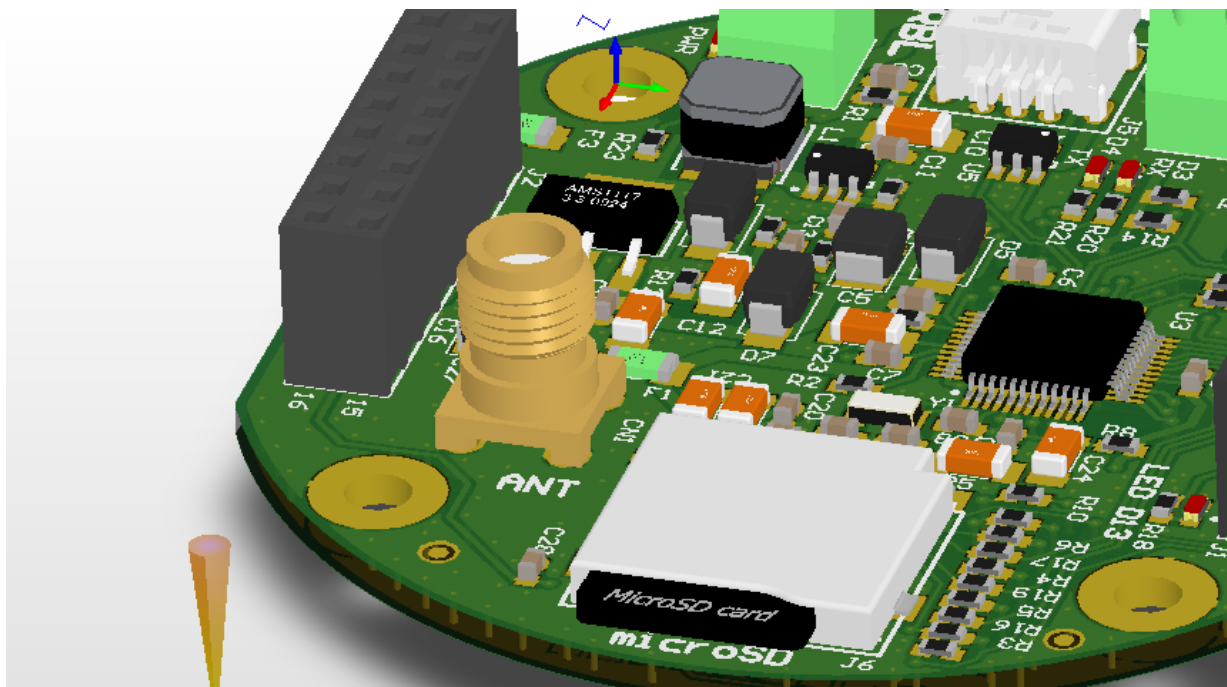
Krótkodystansowa komunikacja np. podczas testów oprogramowania może odbywać się bez anten.

Polecaną anteną do płytki umieszczonej w minisatelicie CanSat jest ćwierćfalowa antena monopolowa wykonana z giętkiego przewodu typu linka/drut o długości 17 cm. Taka antena może być przylutowana bezpośrednio do środkowego pola lutowniczego oznaczonego CN1/ANT:



Przewód należy zabezpieczyć przez ułamaniem w miejscu lutowania – należy zrobić tzw. „[stress relief](#)” za pomocą np. kleju epoksydowego lub na gorąco.

Do płytki stacji naziemnej przewidziane jest złącze SMA, które należy wlutować w miejsce CN1/ANT w następujący sposób:



Do takiego złącza można przyłączyć większą antenę np. typu Yagi-Uda za pomocą kabla koncentrycznego 50 Ω.

## 6 Zestaw analogiczny

---

Zestaw CanSat Kit można odtworzyć przy użyciu ogólnodostępnych komponentów i modułów elektronicznych. Prototypowanie, eksperymenty i testy, które mogą spowodować przypadkowe uszkodzenie zestawu CanSat Kit poleca się przeprowadzać na zestawie analogicznym.

### 6.1 Lista elementów zestawu analogicznego

- Arduino M0 (lub odpowiednik np. Wemos SAMD21 M0) x 2
- Moduł radiowy SX1278 x 2
- Moduł czytnika kart SD x 2
- Moduł czujnika ciśnienia BMP280 x 1
- Czujnik LM35 x 1
- Płytki stykowe x 2
- Kable połączeniowe do płytki stykowej i modułów

## 6.2 Podłączenie modułów

Moduł radiowy należy podłączyć do Arduino M0 zgodnie z rozdziałem 4.1.7 Moduł radiowy, natomiast czytnik kart micro SD zgodnie z rozdziałem 4.1.6 Czytnik kart microSD. W obu przypadkach należy pamiętać o podłączeniu zasilania zgodnie z wymaganiami zakupionych modułów. Czujniki LM35 i BMP280 należy podłączyć w identyczny sposób jak do płytki głównej CanSat Kit.

## 6.3 Różnice i ograniczenia



Zestaw analogiczny dostarcza takie same poziomy napięcie jak zestaw CanSat Kit (3.3 V, 5 V), jednakże wydajność prądowa poszczególnych linii zasilania może być inna, w zależności od zakupionej wersji Arduino M0 lub jego odpowiednika.



Zestaw analogiczny nie może być zasilany z baterii/akumulatorów o takim samym napięciu jak zestaw CanSat Kit.



Po pomyślnych testach na zestawie analogicznym należy przeprowadzić testy na zestawie CanSat Kit!



Testy zasięgu radiowego powinny być prowadzone na zestawie CanSat Kit ze względu na duży wpływ toru radiowego i anten na osiągi.

## 7 Bezpieczeństwo i zasady prawidłowego użytkowania

---

- 1) Zestaw przeznaczony jest do celów edukacyjnych, badawczych i rozwojowych.
- 2) Użycie zestawu na zewnątrz wymaga zastosowania obudów chroniących przed wilgocią, bezpośrednim kontaktem z wodą, zanieczyszczeniami i pyłem.
- 3) Zestaw powinien być zasilany zgodnie z instrukcjami zawartymi w niniejszym dokumencie. Nieprawidłowe podłączenie zestawu może doprowadzić do jego uszkodzenia i komponentów podłączonych do zestawu, silnego nagrzania elementów, wzniesienia otwartego ognia, a nawet eksplozji akumulatorów (jeśli były podłączone).
- 4) Zewnętrzne urządzenia elektroniczne powinny być podłączone do zestawu przez dedykowane do tego złącza wymienione w rozdziale 4.1.2 Mapa złącz, gniazd i diod LED. Podłączanie, lutowanie czy wprowadzanie innych modyfikacji do zestawu skutkuje utratą gwarancji i może doprowadzić do uszkodzenia zestawu. Należy przestrzegać ograniczeń odnośnie użytkowania wyprowadzeń zestawu i podłączania urządzeń zewnętrznych, które są wymienione w niniejszej instrukcji.
- 5) Zestaw jest czuły na wyładowania elektrostatyczne ESD, które mogą doprowadzić do uszkodzenia części lub całości urządzenia. Zaleca się stosować procedury zmniejszające ryzyko powstawania wyładowań elektrostatycznych (maty, opaski uziemiające itp.).
- 6) Zestaw nie powinien być użytkowany w przypadku stwierdzenia widocznego uszkodzenia jakiegokolwiek jego części do czasu zweryfikowania wpływu zaistniałego uszkodzenia lub naprawienia usterki.
- 7) W przypadku stwierdzenia nadmiernego nagrzewania się elementów zestawu, podejrzanego zapachu, pojawienia się dymu lub ognia należy natychmiast odłączyć cały zestaw od wszelkich źródeł zasilania.
- 8) Elementy zestawu należy czyścić za pomocą suchej lub nasączonej alkoholem izopropylowym antystatycznej ściereczki. Wyjątek stanowi czujnik ciśnienia BMP280, który może być czyszczony tylko ściereczką suchą.
- 9) Zużyte elementy zestawu powinny zostać zutylizowane zgodnie z obowiązującym prawem, w szczególności nie mogą być wyrzucane wraz z odpadami ogólnymi.