

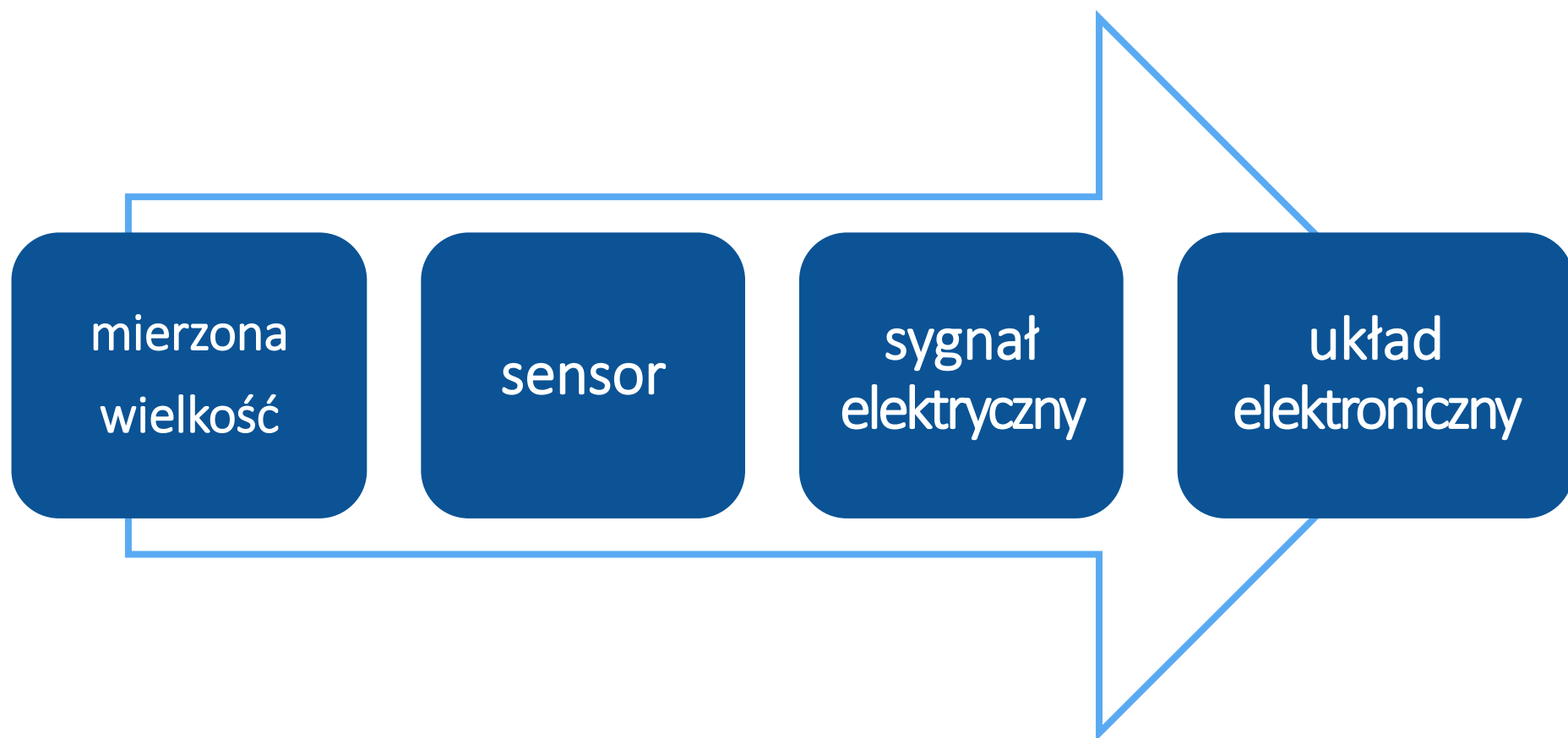
Sensory

II sesja technologiczna



Sensory - czyli jak rozpoznać środowisko

Sensory (czujniki) - przetworniki wielkości nieelektrycznych na elektryczne np. **temperatura na napięcie**.



Podstawowa charakterystyka sensorów

- **zakres pomiarowy**
- **rozdzielczość**
- **dokładność**
- **szybkość akwizycji**
- **szybkość odpowiedzi**

Mnogość wyboru

Inertial-navigation-system Cloud-chamber Ionization-gauge
Inclinometer Laser-rangefinder Photoelectric-sensor
Image-sensor Capacitive-sensing Gyroscopic-sensor Mass-flow-sensor
Curb-feeler Exhaust-gas-temperature-gauge Electrochemical-gas-sensor Carbon-paste-electrode
Fisheseries-acoustics Gyroscope Pressure-sensor Fiber-optic sensors
Light-addressable-potentiometric-sensor Integrated-circuit-piezoelectric-sensor Electrolyte-insulator-semiconductor-sensor
Hydrocarbon-dew-point analyzer Hydrogen-sensor Defect-detector Capacitance-sensor
Digital-sensors Level-sensor Impact-sensor Infra-red sensor
Bolometer Force-gauge-and-Force-Sensor Daly-detector Flow-sensor Bimetallic-strip Hydrometer Bourdon-gauge
Colorimeter Intelligent-sensor Charge-coupled-device Galvanometer Electro-optical-sensor
Boost-gauge Biochip Gas-meter Microwave-chemistry-sensor Barometer Breathalyzer
Golay-cell LED-as-light-sensor Smoke-detector Lab-on-a-chip Gardon-gauge
Inductive-sensor Flame-detection Electronic-nose Heat-flux-sensor Active-pixel-sensor Barograph
Depth-gauge Gravimeter Fluxgate-compass Torque-sensor Bhangmeter
Calorimeter Carbon-monoxide-detector Contact-image-sensor
Air-speed-indicator Doppler-radar Laser-surface-velocimeter Inertial-reference-unit Electron-multiplier
Catadioptric-sensor Oxygen-sensor Infrared-point-sensor
Faraday-cup Hydrogen-sulfide-sensor Displacement-receiver
Holographic-sensor Capacitance-probe Infrared-thermometer Geiger-counter
Capacitive-displacement-sensor Chemical-field-effect-transistor

Rodzaje pomiarów

Pomiary bezpośrednie



czujnik temperatury

temperatura



czujnik ciśnienia

ciśnienie

Pomiary pośrednie

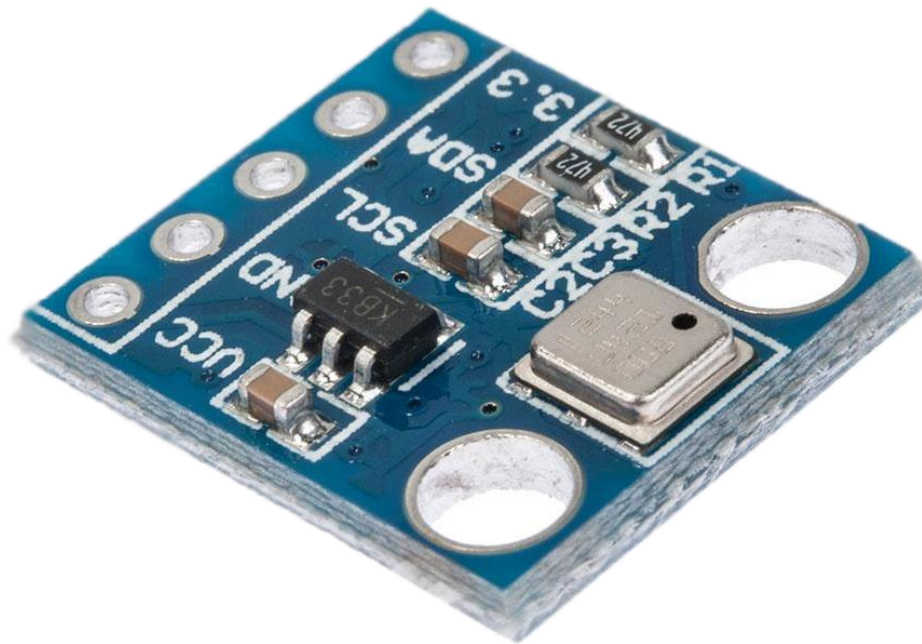
temperatura
ciśnienie

wysokość

Wybór właściwego elementu

	oczekiwane parametry	czujnik temperatury LM35	ok?
zakres pomiarowy	5 – 50 °C	2 – 150 °C (-55 – 150 °C – ujemne napięcie zasilania)	✓
dokładność	± 1 °C	± 0.5 °C @ 25 °C	✓
rozdzielczość	± 1 °C	zależne od reszty układu	?
częstotliwość odczytu	1 Sample/s	zależne od reszty układu	?
napięcie zasilania	4,5 – 5,5 V	4 – 30 V	✓
sygnał wyjściowy	analogowy: 0-5 V	analogowy, 10 mV/°C (w wymaganym zakresie: 0 – 500 mV)	✓
cena	< 20 PLN	ok. 10 PLN	✓

Sensor w zestawie CanSat

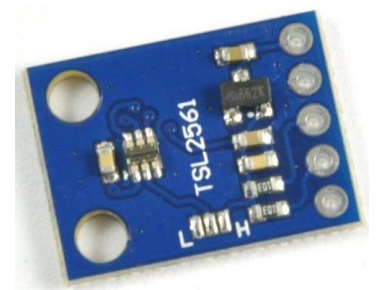
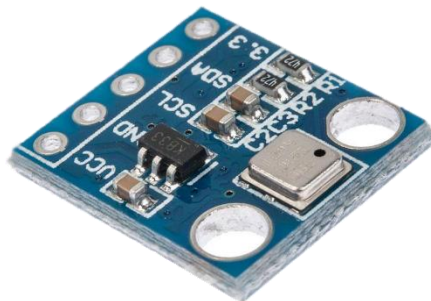
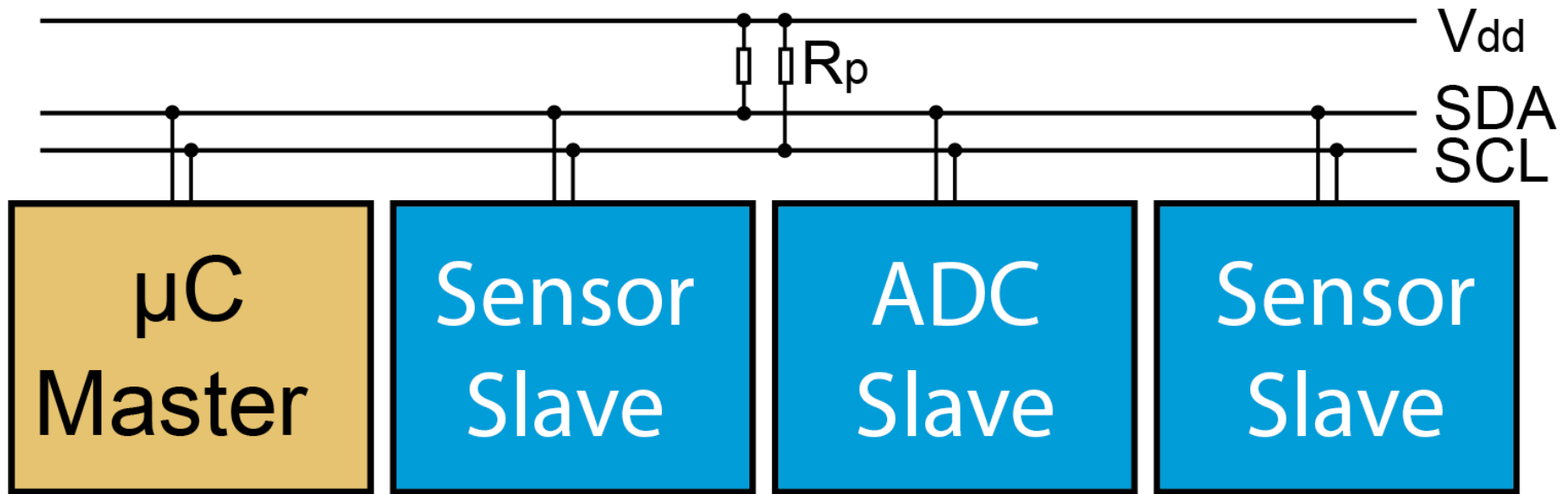


**temperatura + ciśnienie
atmosferyczne**

BMP 180

Bosh

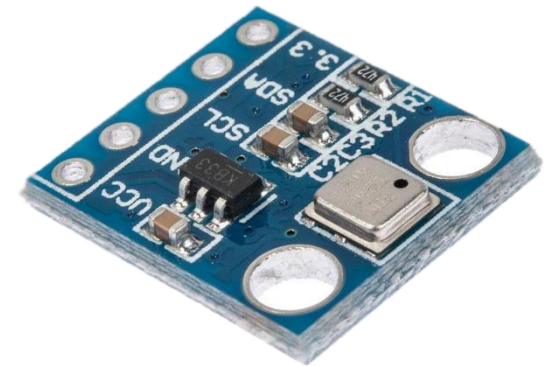
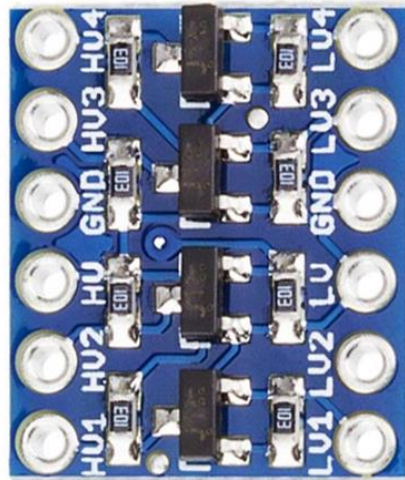
Magistrala I²C



Konwerter poziomów logicznych



5 V



3.3 V

Pomiar temperatury

- rozdzielczość pomiaru temperatury $\sim 0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$
- dokładność czujnika $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ @ $(0 \div 65\text{ }^{\circ}\text{C})$

Pomiar ciśnienia

- rozdzielczość pomiaru ciśnienia $\sim 0,01 \text{ hPa}$
- dokładność czujnika $(-6 \div +4.5) \text{ hPa} @ (-20 \div 0 \text{ }^{\circ}\text{C})$
 $(-4 \div +2) \text{ hPa} @ (0 \div 65 \text{ }^{\circ}\text{C})$

BMP180 – oprogramowanie

Dołączenie potrzebnej biblioteki:

```
#include <qbcn.h>
```

Utworzenie obiektu czujnika:

```
BMP180 bmp;
```

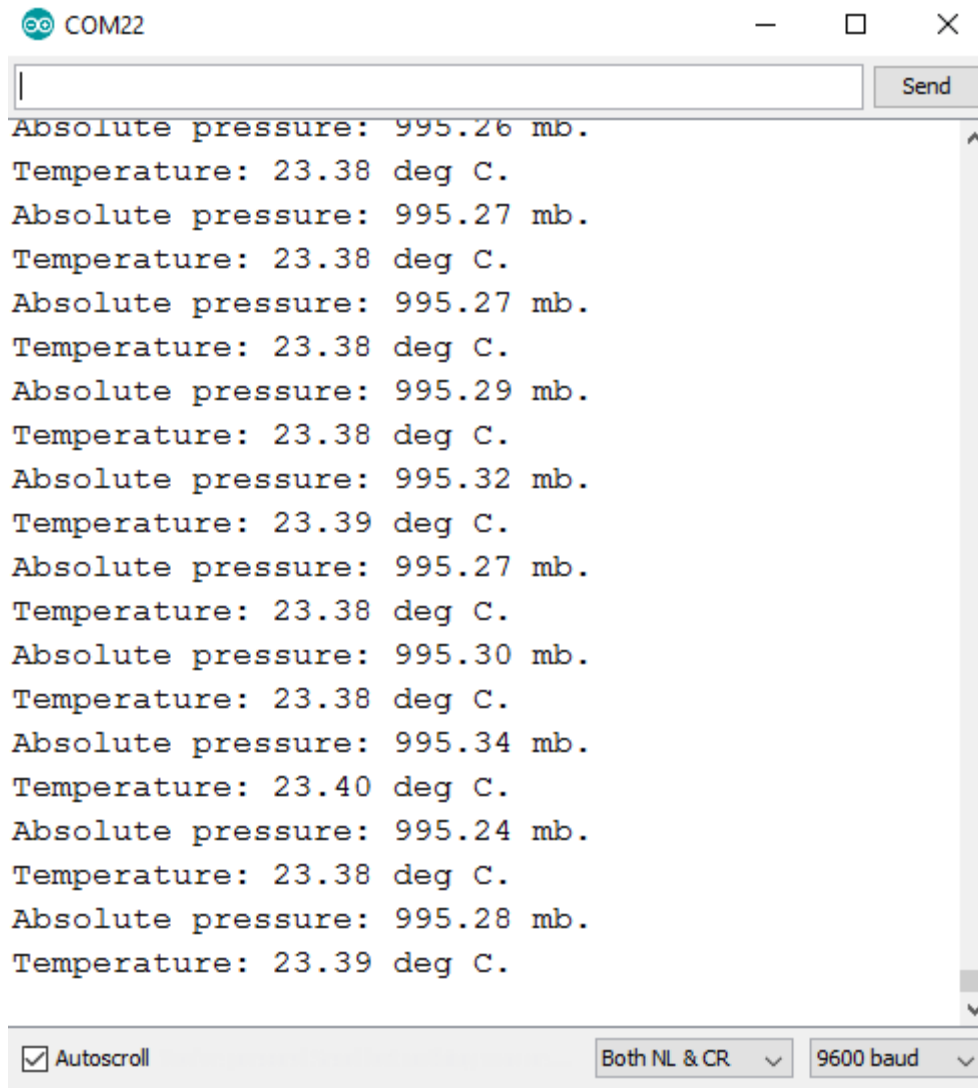
Metoda begin inicjalizuje czujnik, zwraca true jeśli się powiodła

```
bmp.begin()
```

Metoda do odczytywania pomiaru – temperatura, ciśnienie

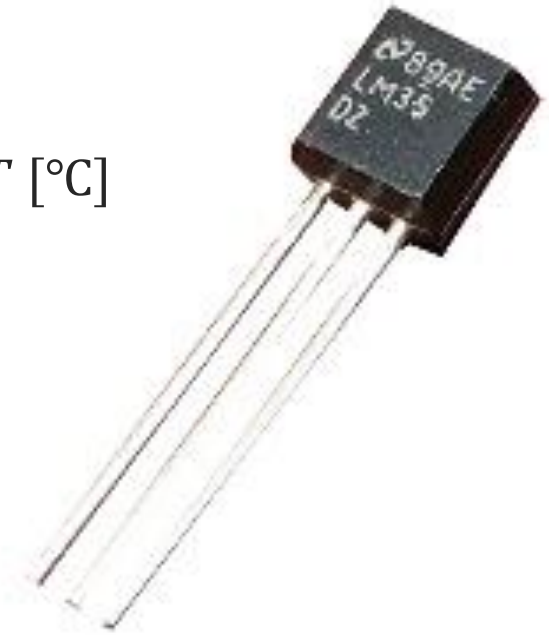
```
bmp.getData(T, P);
```

BMP180 – wyświetlanie pomiarów



Analogowy czujnik temperatury LM35

- czujnik analogowy
- liniowa zależność $U_{WY}(T) = 10 \text{ [mV/}^{\circ}\text{C]} \cdot T \text{ [}^{\circ}\text{C]}$



- rozdzielczość pomiaru napięcia $\approx 4,88 \text{ mV}$
- daje to $\sim 0,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ rozdzielczości
- dokładność czujnika $0,5 \text{ }^{\circ}\text{C @ } 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Czujniki analogowe vs. cyfrowe

analogowe

- uproszczone oprogramowanie
- łatwiejsze debugowanie

cyfrowe

- bardziej odporne na szumy
- wiele czujników na jednej magistrali
- bardziej skomplikowane oprogramowanie

Drużyny mają **pełną dowolność** w wyborze modeli czujników także tych do misji podstawowej!

Przetwarzanie danych

- **mniej** obróbki danych na procesorze CanSata = **lepiej**
- „**NIE**” dla obliczeń **zmiennoprzecinkowych**
- np.: **wysokość** (h) obliczana ze **wzoru barometrycznego**:

$$p = p_0 \cdot \exp\left(-\frac{\mu gh}{RT}\right)$$

p_0 – ciśnienie atmosferyczne na poziomie odniesienia,

μ – masa molowa powietrza (0,0289644 kg/mol),

g – przyspieszenie ziemskie,

R – stała gazowa,

T – temperatura powietrza w K

(źródło: https://pl.wikipedia.org/wiki/Wz%C3%B3r_barometryczny)

Analiza danych

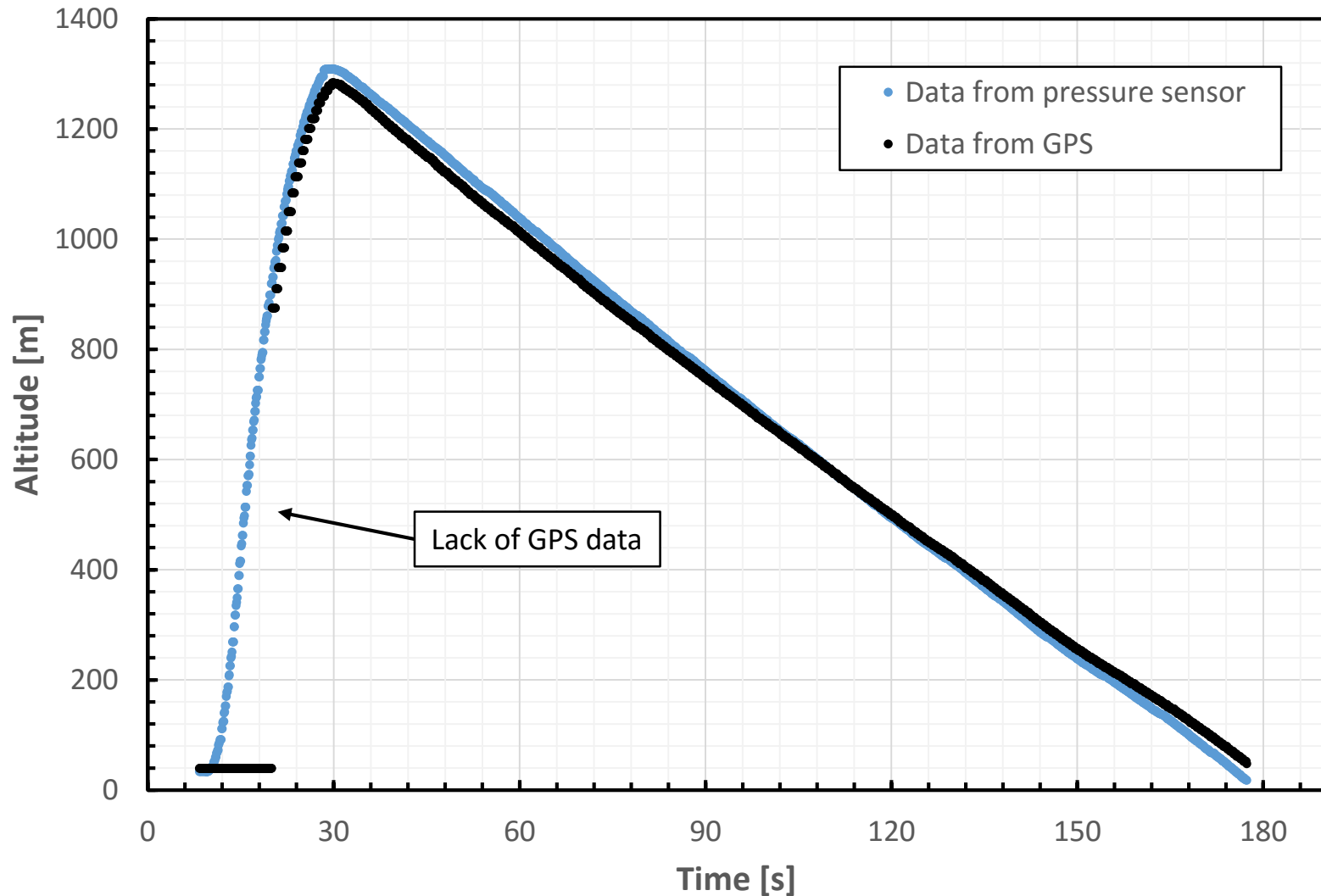
- Co mówią zebrane dane?
- Dopasowanie przewidywań teoretycznych / modelu
- Określenie poprawności danych
- Jak najlepiej przedstawić zebrane dane?
 - tabela
 - wykres
- Wykresy:
 - **dane** w funkcji **czasu**: np. $T(t)$, $h(t)$
 - **dane** w funkcji **danych** np. $T(h)$

Obróbka i wizualizacja danych

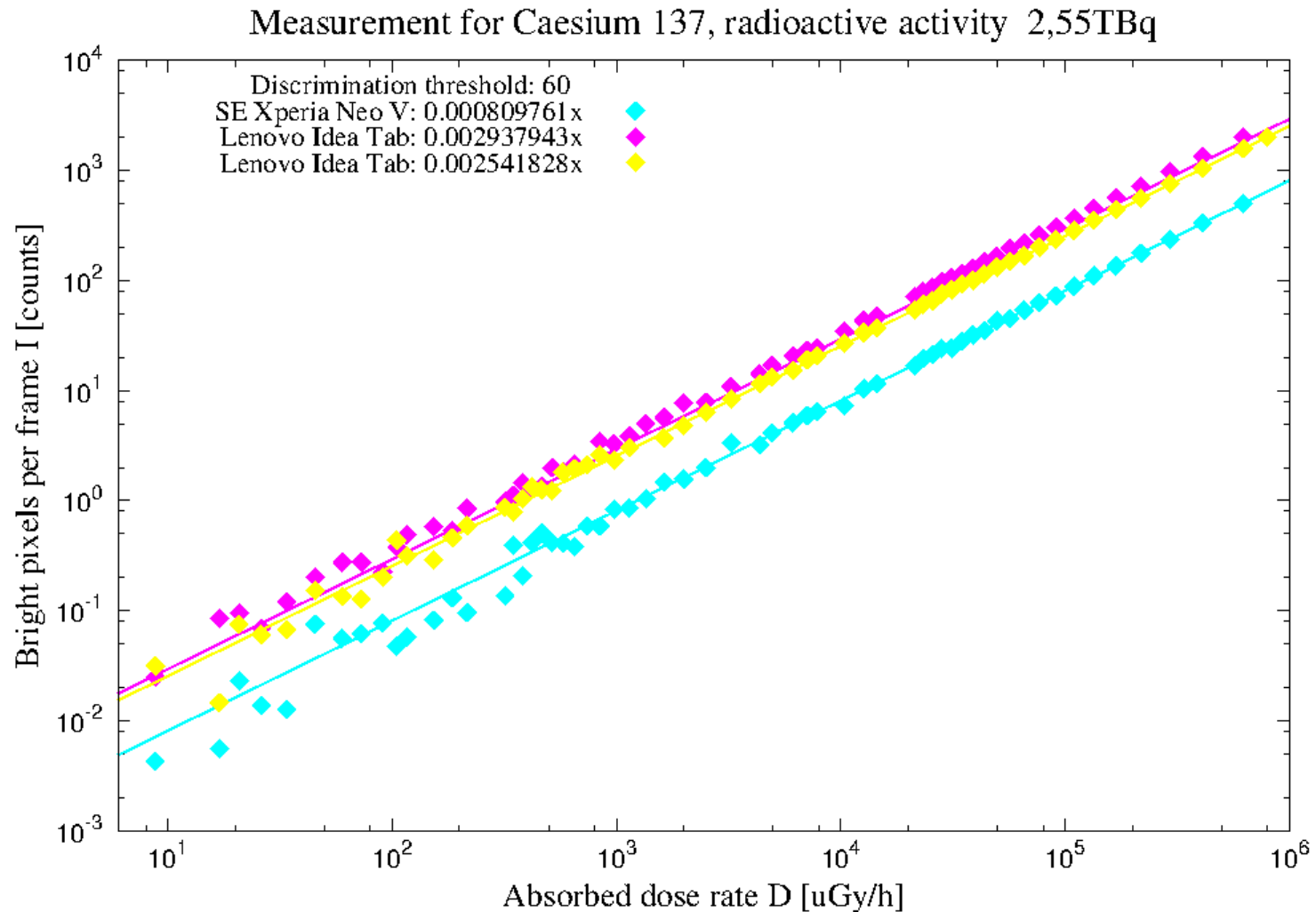
- Pakiety biurowe np. **LibreOffice**, **MS Office** itp.
- **GNUPlot**
- **Python + matplotlib**
- **LabVIEW**
- **Matlab**

Jak narysować dobry wykres?

Altitude vs. Time



Jak narysować dobry wykres?



Q&A