



# UMCS

UNIwersytet Marii Curie-Skłodowskiej  
w Lublinie

Wydział Matematyki, Fizyki i Informatyki

Kierunek: **informatyka**

**Jan Bylina**

nr albumu: 303827

## **Projekt oraz implementacja systemu gromadzenia rozproszonych danych z wykorzystaniem technologii LoRa**

Design and implementation of the distributed data collection system  
using LoRa technology

Praca licencjacka

napisana w Katedrze Oprogramowania Systemów Informatycznych

Instytutu Informatyki UMCS

pod kierunkiem **dr hab. Przemysław Stpiczyńskiego**

**Lublin 2023**



# Spis treści

<b>Wstęp</b>	<b>5</b>
<b>1 Rozdział — tutorial</b>	<b>7</b>
1.1 Sekcja A . . . . .	7
1.2 Sekcja B . . . . .	8
<b>2 Wykorzystane narzędzia, technologie i protokoły</b>	<b>9</b>
2.1 Urządzenia wykorzystywane w projekcie . . . . .	9
2.1.1 ESP32 . . . . .	9
2.1.2 Raspberry Pi Pico . . . . .	10
2.1.3 STM32 . . . . .	10
2.2 Języki programowania i technologie . . . . .	10
2.2.1 C++ for Arduino . . . . .	10
2.2.2 C for STM32 . . . . .	11
2.2.3 MicroPython for Raspberry Pi Pico . . . . .	11
2.2.4 Python for MQTT . . . . .	11
2.3 Protokoły komunikacyjne . . . . .	11
2.3.1 MQTT . . . . .	11
2.3.2 LoRa . . . . .	11
2.3.3 HTTP . . . . .	11
2.4 Bazy danych i pozostałe technologie . . . . .	11
2.4.1 InfluxDB 2 . . . . .	11
2.4.2 Docker . . . . .	11
2.4.3 PlatformIO . . . . .	11
<b>3 Istniejące rozwiązania</b>	<b>13</b>
3.1 LoRaWAN . . . . .	13
3.1.1 The Things Network ? . . . . .	13
3.1.2 ChirpStack ? . . . . .	13
3.1.3 Loriot ? . . . . .	13

3.2	Artykuły . . . . .	13
3.3	Wpisy w sieci i blogach . . . . .	13
<b>4</b>	<b>Założenie i Implementacja</b>	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>Wdrożenie i testy</b>	<b>17</b>
<b>6</b>	<b>Wnioski i perspektywy rozwoju</b>	<b>19</b>
	<b>Spis listingów</b>	<b>21</b>
	<b>Spis tabel</b>	<b>23</b>
	<b>Spis rysunków</b>	<b>25</b>
	<b>Bibliografia</b>	<b>27</b>

# Wstęp

Tu treść wstępu WSTĘP WSTEP —



# Rozdział 1

## Rozdział — tutorial

### 1.1 Sekcja A

W tabeli 1.1 widzimy przykład tabeli z nagłówkiem i odnośnikiem. Tabele tworzymy z nagłówkiem na górze oraz opcją `[t]`. Natomiast na rysunku 1.1 — widzimy przykład rysunku z nagłówkiem i odnośnikiem. Rysunki tworzymy z nagłówkiem pod spodem oraz opcją `[b]`. Rysunki powinny być w formacie PDF; jeśli to niemożliwe, to PNG (w wysokiej rozdzielczości); a ostatecznie JPG (jak tu). Jeśli chcemy sterować rozmiarem, to zwykle najwygodniej użyć `width=...`. Ponadto możemy odwoływać się do bibliografii

Jeśli chodzi o wzory, możemy złożyć je na kilka sposobów, w zależności od potrzeb — w tekście:  $e = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n$ , wyniesiony do osbnej linii (warto zwrócić uwagę, że ten i kolejny są złożone nieco inaczej niż pierwszy):

$$e = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n,$$

a także wyniesiony z numerem:

$$e = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n. \tag{1.1}$$

Do tego oostatniego możemy się odwołać: (1.1). No i oczywiście listingi — listing 1.1 pokazuje, jak zrobić to w miarę poprawnie...

sekcja 232323



**Rysunek 1.1:** Przykładowy rysunek

**Tabela 1.1:** Przykładowa tabela

slkdjflsj	sdkskd	s;lkdsdk
slkjd	skljdsldj	skljdsjdsldj
sljkdsldkj	woieupowiepoweiwiewp	weoiw eppowie wpo

## 1.2 Sekcja B

```
1 tab[0:n] = dem[nRows][nCols]; //?  
2 #pragma acc data copy(tab [0:n], slope [0:n])
```

**Listing 1.1:** Jakież dwie linijki w C++ (z OpenACC)



# Rozdział 2

## Wykorzystane narzędzia, technologie i protokoły

### 2.1 Urządzenia wykorzystywane w projekcie

#### 2.1.1 ESP32

ESP32 to jednoukładowy mikrokontroler, zaprojektowany i produkowany przez firmę Espressif Systems. Jego najważniejsze cechy to:

- energooszczędny procesor RISC o częstotliwości do 240 MHz
- 520 kB pamięci SRAM
- WiFi 802.11 b/g/n
- Bluetooth
- liczne interfejsy cyfrowe i analogowe, w tym:
  - UART
  - I2C
  - SPI
  - I2S
  - CAN
  - ADC
  - DAC
  - PWM
  - Ethernet MAC

– USB 2.0

- ...

[3]

Powstało wiele wersji tego układu, różniące się m.in. szybkością procesora, ilością pamięci flash, ilością pinów, ilością interfejsów cyfrowych i analogowych, a także możliwością pracy w trybie bezprzewodowym (WiFi) lub przewodowym (Ethernet)[4]. Najczęściej układ te wykorzystywane różnych projektach IoT, zarówno jako czujniki, jak i serwery.[3]

### 2.1.2 Raspberry Pi Pico

### 2.1.3 STM32

Raspberry Pi Pico to płytką z mikrokontrolerem RP2040, zaprojektowana i produkowana przez firmę Raspberry Pi Foundation. Charakteryzuje się ona dwurdzeniowym procesorem ARM Cortex-M0+ o częstotliwości 133 MHz, 264 kB pamięci SRAM oraz 2 MB pamięci flash. Płytką posiada również wiele interfejsów cyfrowych i analogowych, w tym:

- UART
- I2C
- SPI
- I2S
- ADC
- DAC
- PWM
- USB 1.1

[2, 1] Płytką

## 2.2 Języki programowania i technologie

### 2.2.1 C++ for Arduino

—

### 2.2.2 C for STM32

—

### 2.2.3 MicroPython for Raspberry Pi Pico

—

### 2.2.4 Python for MQTT

## 2.3 Protokoły komunikacyjne

—

### 2.3.1 MQTT

—

### 2.3.2 LoRa

—

### 2.3.3 HTTP

—

## 2.4 Bazy danych i pozostałe technologie

### 2.4.1 InfluxDB 2

—

### 2.4.2 Docker

—

### 2.4.3 PlatformIO

—



# Rozdział 3

## Istniejące rozwiązania

—

### 3.1 LoRaWAN

—

#### 3.1.1 The Things Network ?

—

#### 3.1.2 ChirpStack ?

—

#### 3.1.3 Lorient ?

—

### 3.2 Artykuły

—

### 3.3 Wpisy w sieci i blogach



## Rozdział 4

### Założenie i Implementacja





## Rozdział 5

### Wdrożenie i testy



## Rozdział 6

### Wnioski i perspektywy rozwoju



# Spis listingów

1.1	Jakieś dwie linijki w C++ (z OpenACC) . . . . .	8
-----	---	---



# Spis tabel

1.1	Przykładowa tabela . . . . .	8
-----	------------------------------	---





# Spis rysunków

1.1	Przykładowy rysunek . . . . .	7
-----	-------------------------------	---



# Bibliography

- [1] Raspberry Pi Foundation. *Raspberry Pi Documentation*. 2023. URL: <https://www.raspberrypi.com/documentation/microcontrollers/raspberry-pi-pico.html> (visited on 04/16/2023).
- [2] Raspberry Pi Foundation. *Raspberry Pi Pico Datasheet*. 2023. URL: <https://datasheets.raspberrypi.com/pico/pico-datasheet.pdf> (visited on 04/16/2023).
- [3] Espressif Systems. *ESP32 Datasheet*. 2023. URL: [https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32\\_datasheet\\_en.pdf](https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf) (visited on 04/16/2023).
- [4] Espressif Systems. *ESP32 SoCs*. 2023. URL: <https://www.espressif.com/en/products/socs> (visited on 04/16/2023).