

# Przewodnik dla nauczyciela

## Projekt „Turn Off the Light”

### I. Część I: Systemy wbudowane

- 1) Podstawowe pojęcia
  - Czym jest system wbudowany?
  - Czym jest mikrokontroler?
  - Rodzina mikrokontrolerów ESP8266
  - Czujnik natężenia światła BH1750
  - Jednostka natężenia oświetlenia – luks (lx)
- 2) Konfiguracja środowiska pracy
  - a) Sprzęt
  - b) Oprogramowanie
- 3) Miganie wbudowaną diodą LED
- 4) Moduł sygnalizacji świetlnej
- 5) Czujnik światła BH1750
- 6) Quiz

### II. Część II: Internet Rzeczy (IoT)

- 1) Wprowadzenie do Internetu Rzeczy (IoT)
- 2) Łączenie płytki z siecią Wi-Fi
- 3) Wysyłanie danych do platformy IoT ThingSpeak



**Współfinansowane przez  
Unię Europejską**

## Część I: Systemy wbudowane

### 1. Podstawowe pojęcia

#### Czym jest system wbudowany?

System wbudowany (ang. embedded system) to połączenie sprzętu komputerowego i oprogramowania zaprojektowane do realizacji określonego zadania. Może działać samodzielnie lub stanowić część większego systemu. Systemy wbudowane mogą być programowalne albo mieć na stałe zdefiniowaną funkcjonalność.

Obecnie systemy wbudowane są wykorzystywane do sterowania ogromną liczbą urządzeń.

Można je znaleźć między innymi w:

- maszynach przemysłowych,
- urządzeniach elektroniki użytkowej,
- sprzęcie rolniczym i przetwórczym,
- samochodach,
- urządzeniach medycznych,
- aparatach fotograficznych,
- zegarkach cyfrowych,
- sprzęcie AGD,
- samolotach,
- automatach sprzedających,
- zabawkach,
- telefonach komórkowych i innych urządzeniach mobilnych.

Typowy system wbudowany zawiera:

- mikroprocesor lub mikrokontroler,
- pamięć,
- urządzenia wejścia/wyjścia (I/O).

Wszystkie te elementy współpracują ze sobą, aby realizować jedno, ściśle określone zadanie w ramach większego systemu.

Choć systemy wbudowane są systemami komputerowymi, ich złożoność może być bardzo różna. Niektóre nie posiadają żadnego interfejsu użytkownika, jak urządzenia wykonujące pojedyncze zadanie automatycznie. Inne mogą mieć rozbudowane graficzne interfejsy użytkownika (GUI), takie jak w smartfonach.



**Współfinansowane przez  
Unię Europejską**

Interfejs użytkownika może obejmować:

- przyciski,
- diody LED,
- ekrany dotykowe,
- a także zdalne interfejsy sterujące.

### **Czym jest mikrokontroler?**



Mikrokontroler (ang. Microcontroller Unit, MCU) jest w istocie małym komputerem umieszczonym w pojedynczym układzie scalonym. Został zaprojektowany do zarządzania określonymi zadaniami w systemie wbudowanym bez potrzeby stosowania złożonego systemu operacyjnego.

Te kompaktowe układy scalone (IC) zawierają:

- rdzeń procesora (lub kilka rdzeni),
- pamięć o dostępie swobodnym (RAM),
- oraz elektrycznie kasowalną programowalną pamięć tylko do odczytu (EEPROM), która służy do przechowywania programów użytkownika działających na mikrokontrolerze, nawet wtedy, gdy układ jest odłączony od źródła zasilania.

### **Rodzina mikrokontrolerów ESP8266**

ESP8266 jest układem typu SoC (System-on-Chip), który łączy w sobie:

32-bitowy mikrokontroler,

wbudowany moduł Wi-Fi (802.11 b/g/n),

stos sieciowy TCP/IP,

interfejsy GPIO, ADC, PWM, SPI, I<sup>2</sup>C oraz UART.

Oznacza to, że może łączyć się bezpośrednio z Internetem bez zewnętrznego modułu Wi-Fi.



**Współfinansowane przez  
Unię Europejską**

## 2. Kluczowe cechy (wspólne dla całej rodziny)

CPU: 32-bitowy Tensilica L106 (do 80 lub 160 MHz)

Wi-Fi: 2,4 GHz, tryb stacji (Station) / punktu dostępowego (Access Point) / oba jednocześnie

Napięcie pracy: 3,3 V

Pamięć Flash: zewnętrzna (zwykle 1 MB – 16 MB, w zależności od płytki)

Piny GPIO: ograniczona liczba, ale elastyczne w użyciu

ADC: 1 wejście analogowe (0–1 V dla samego układu)

Tryby niskiego poboru mocy: obsługiwany tryb głębokiego uśpienia (Deep Sleep)

Koszt: bardzo niski (idealny do dużych wdrożeń Internetu Rzeczy)

### **Czujnik światła BH1750**

BH1750 jest cyfrowym czujnikiem natężenia światła otoczenia. Jest szeroko stosowany w projektach elektronicznych, ponieważ jest niedrogi, łatwy w użyciu i podaje odczyty bezpośrednio w luksach (standardowej jednostce pomiaru natężenia oświetlenia).

W przeciwieństwie do prostych fotorezystorów (LDR), które dostarczają surową wartość rezystancji wymagającą interpretacji, BH1750 jest inteligentnym czujnikiem. Mierzy natężenie światła padającego na jego powierzchnię i wewnętrznie przelicza je na dokładną wartość cyfrową wyrażoną w luksach.

Zakres pomiarowy wynosi od 1 do 65 535 luksów.

Odpowiedź zbliżona do ludzkiego oka

Jest skalibrowany tak, aby „widzieć” światło w sposób zbliżony do ludzkiego oka (odfiltrowując promieniowanie podczerwone, którego nie widzimy, ale które mogą rejestrować inne czujniki).



**Współfinansowane przez  
Unię Europejską**

## 2. Kluczowe parametry

Komunikacja: wykorzystuje protokół I<sup>2</sup>C (do transmisji danych używa tylko 2 przewodów).

Napięcie pracy: zazwyczaj 3,3 V.

Rozdzielczość: wysoka rozdzielczość (1 luks) lub niska rozdzielczość (4 luksy).

Pobór mocy: bardzo niski (doskonały do projektów zasilanych bateryjnie).

### Jednostka luks (Lux)

Aby lepiej zrozumieć odczyty, które można uzyskać z czujnika BH1750, poniżej przedstawiono skalę typowych poziomów natężenia oświetlenia:

Środowisko	Typowe natężenie oświetlenia
Światło księżyca	0,1 – 1 lx
Ciemny pokój / światło świecy	5 – 10 lx
Salon wieczorem	50 – 100 lx
Biuro / sala lekcyjna	300 – 500 lx
Supermarket / studio	1 000 lx
Pochmurny dzień	1 000 – 5 000 lx
Bezpośrednie światło słoneczne	30 000 – 100 000+ lx

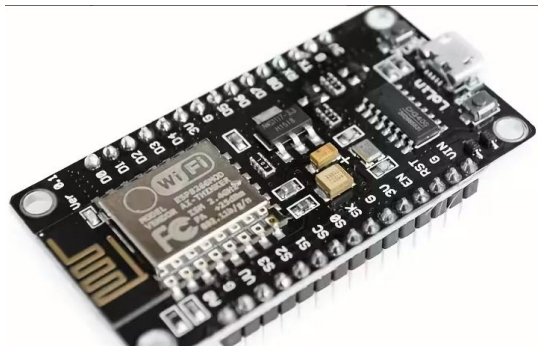


Współfinansowane przez  
Unię Europejską

## 2. Konfiguracja środowiska pracy

### a. Sprzęt

W tym projekcie będziemy używać płytki NodeMCU opartej na układzie ESP8266.



Będziemy również używać przewodu USB 2.0 typu A (męski) – Micro USB typu B do połączenia płytki z komputerem w celu jej zaprogramowania.



### b. Oprogramowanie

W części programowej należy zainstalować środowisko Arduino IDE lub skorzystać z wersji offline.

Aby zainstalować Arduino IDE, można skorzystać z filmu instruktażowego „Software Install”.

W tym projekcie zalecamy użycie wersji offline Arduino IDE. Znajduje się ona w folderze „Install Folder” (załącznik 15). Ta wersja jest przeznaczona dla systemów operacyjnych Windows 10/11. Wystarczy pobrać plik, rozpakować go i uruchomić plik Arduino.exe.

Należy również zainstalować sterownik CH340. Można użyć pliku znajdującego się w folderze „Install Folder” lub pobrać odpowiednią wersję ze strony [producenta](#).



**Współfinansowane przez  
Unię Europejską**

### 3) Miganie wbudowaną diodą LED

Program TUNIOT znajduje się w folderze:

**TUNIOT\_FOR\_8266 1.4\_DJERBA/demos/code/index**

(otwieramy plik w przeglądarce FireFox)

Miganie wbudowaną diodą LED jest ważnym testem zarówno sprzętu, jak i oprogramowania. Postępuj zgodnie z instrukcją wideo „R2\_Miganie\_zintegrowanym\_LED” (załącznik 18).

Zintegrowany status LED WYSOKI ▾

(WEJŚCIE/WYJŚCIE -> Cyfrowe)

Ten blok włącza wbudowaną diodę LED. W praktyce oznacza to podanie zasilania na pin D4. Wbudowana dioda LED jest podłączona do tego pinu. Jeśli do pinu D4 podłączona jest zewnętrzna dioda LED, również się zaświeci.

Zintegrowany status LED NISKI ▾

Ten blok odcina zasilanie od pinu D4. Wbudowana dioda LED (lub każda inna dioda podłączona do D4) zostanie wyłączona.

Opóźnienie Ms 1000

(Różne)

Ten blok wprowadza przerwę w działaniu programu. Jednostką czasu są milisekundy. 1 sekunda = 1000 milisekund.

### 4) Moduł sygnalizacji świetlnej

Moduł ten składa się z trzech diod LED w kolorach:

R – czerwony (Red),

Y – żółty (Yellow),

G – zielony (Green).



**Współfinansowane przez  
Unię Europejską**



Moduł posiada 4 piny:

GND – masa (Ground)

R – czerwony

Y – żółty

G – zielony

### Układ połączeń (Wspólna katoda sygnalizacji świetlnej)

Kolor LED	Pin NodeMCU
 Zielony	D4 (GPIO2)
 Żółty	D5 (GPIO14)
 Czerwony	D6 (GPIO12)
Wspólny (–)	GND

Przed rozpoczęciem połączeń warto zapytać uczniów o znaczenie poszczególnych pinów.

Pin GND należy podłączyć do pinu G (Ground) na płytce NodeMCU. Można użyć dowolnego pinu G, ponieważ wszystkie są ze sobą połączone.

Piny R, Y i G można podłączyć do dowolnych pinów cyfrowych.

W warunkach szkolnych zaleca się, aby wszyscy uczniowie podłączyli moduł do tych samych pinów, pokazanych w pliku „R5\_Podłączenie\_modułu\_sygnalizacji\_światlnej” (załącznik 21). Ułatwi to diagnozowanie ewentualnych problemów.



**Współfinansowane przez  
Unię Europejską**

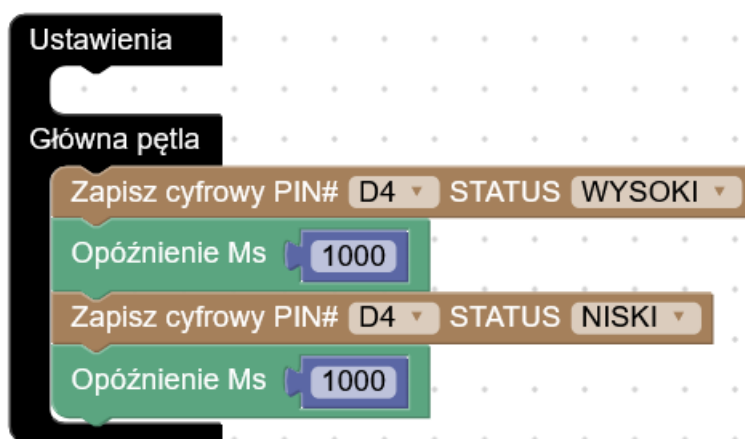


Film „R6\_Test\_modułu\_sygnalizacji\_światłnej” (załącznik 22) pokazuje, jak włączyć wszystkie diody LED jednocześnie. Ten przykład jest bardzo ważny, aby przetestować moduł i upewnić się, że diody LED świecą prawidłowo. Możliwe jest, że niektóre diody LED ulegną uszkodzeniu po kilkukrotnym użyciu. Uczeń może również mieć problem z prawidłowym podłączeniem przewodów (na przykład podłączając pin G oznaczający zieloną diodę do GND).

Dodatkowe zadanie 1:

Napisz program, który będzie powodował miganie zielonej diody LED.

Odpowiedź do dodatkowego zadania 1:



(WEJŚCIE/WYJŚCIE -> Cyfrowe)

(Różne)

Powinniśmy umieścić nasze bloki wewnątrz głównej pętli, ponieważ chcemy, aby ta sekwencja była wykonywana w nieskończoność. Jeśli umieścisz bloki w części Setup, dioda LED zostanie włączona i wyłączona tylko raz.

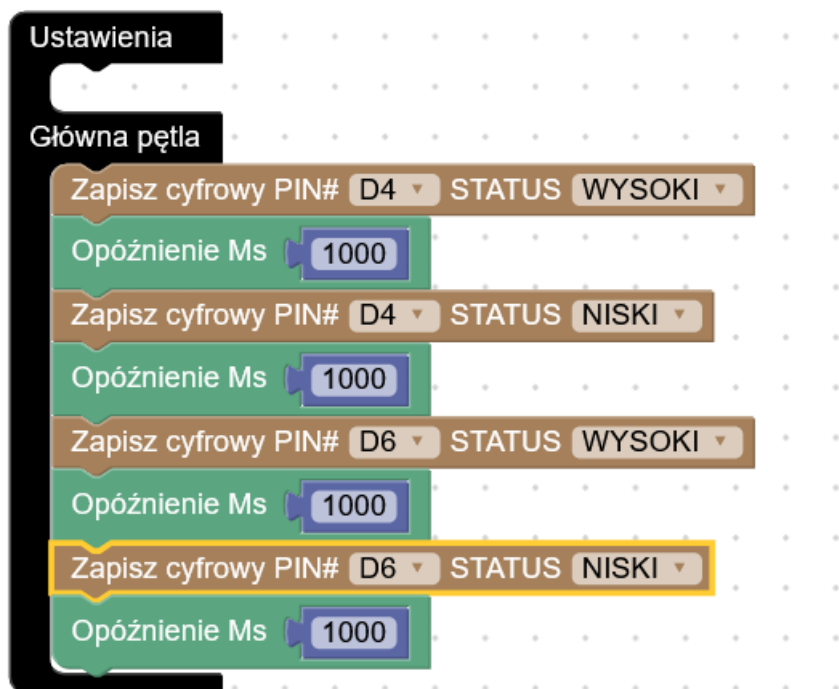
Dodatkowe zadanie 2:

Napisz program, który będzie włączał i wyłączał diodę zieloną i czerwoną jedna po drugiej.

Odpowiedź do dodatkowego zadania 2:



Współfinansowane przez  
Unię Europejską



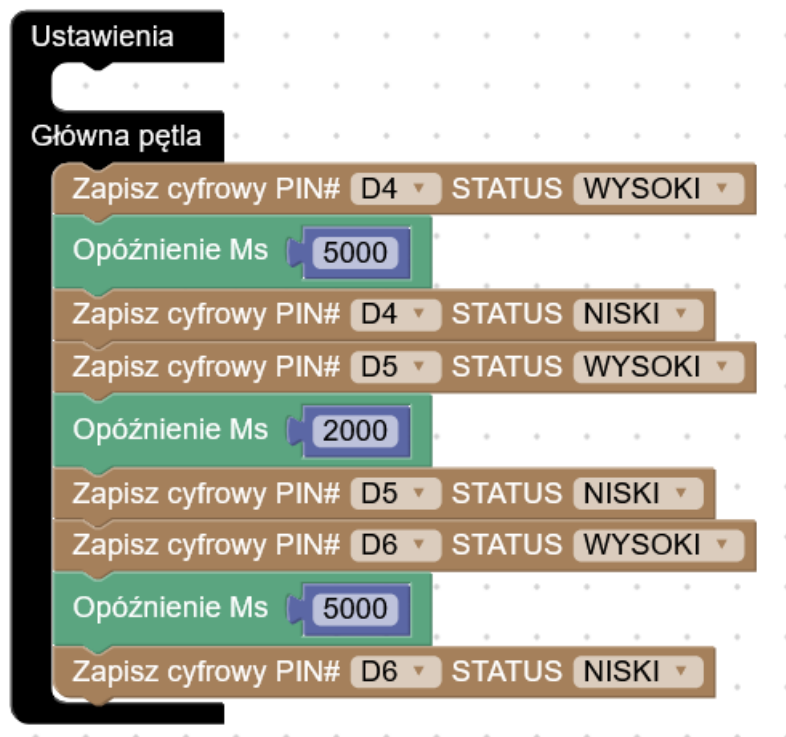
Dodatkowe zadanie 3:

Napisz program dla sygnalizacji świetlnej. Dioda czerwona powinna świecić przez 5 sekund, następnie żółta przez 2 sekundy, a na końcu ponownie czerwona przez 5 sekund.

Odpowiedź do dodatkowego zadania 3:



Współfinansowane przez  
Unię Europejską



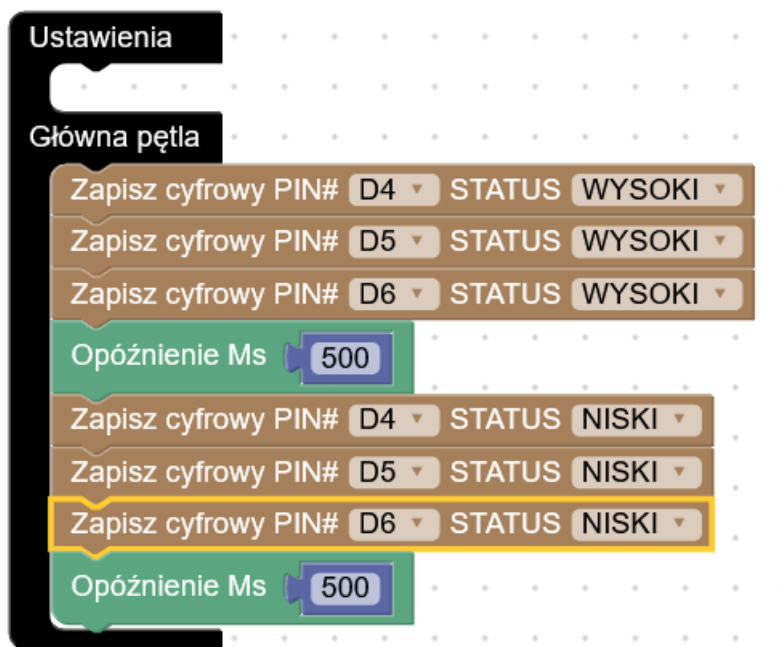
Dodatkowe zadanie 4:

Napisz program, który będzie powodował miganie wszystkich 3 diod LED jednocześnie.

Odpowiedź do dodatkowego zadania 4:



Współfinansowane przez  
Unię Europejską



## 5) Czujnik światła BH1750

Najpierw podłącz czujnik światła do płytki NodeMCU. Skorzystaj z materiału « R8\_Czujnik\_światła » (załącznik 24).

Okablowanie (w kolorach) - BH1750

Pin BH1750	Kolor przewodu (Adafruit)	Pin NodeMCU	Uwagi
VIN	Czerwony	3V3	Zasilanie (zalecane 3,3 V)
GND	Czarny	GND	Masa
SDA	Niebieski	D2 (GPIO4)	Dane I <sup>2</sup> C
SCL	Żółty	D1 (GPIO5)	Zegar I <sup>2</sup> C

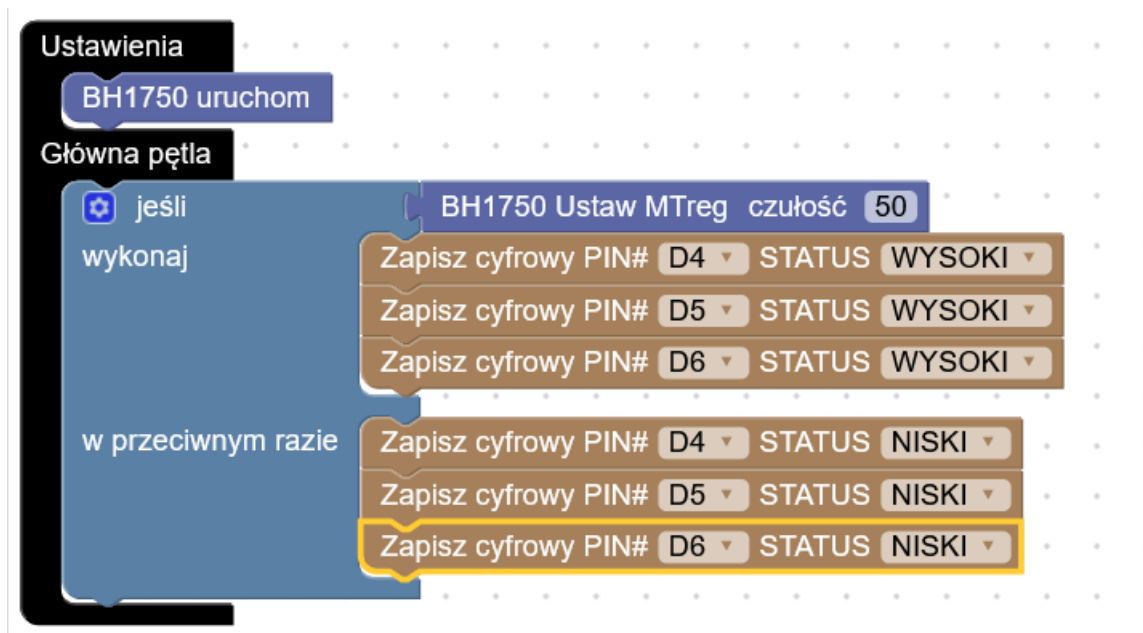


**Współfinansowane przez  
Unię Europejską**

Dodatkowe zadanie 5:

Napisz program, który włącza WSZYSTKIE diody LED, gdy jest ciemno.

Odpowiedź do dodatkowego zadania 5:



(RÓŻNE -> CZUJNIK ŚWIATŁA)

## 6) QUIZ 1: Systemy wbudowane

Quiz ma formę testu wielokrotnego wyboru (MCQ) i służy do sprawdzenia ogólnej wiedzy uczniów na temat systemów wbudowanych (załącznik 25).



Współfinansowane przez  
Unię Europejską

## II – Część 2: Internet Rzeczy (IoT)

### 1) Wprowadzenie do IoT

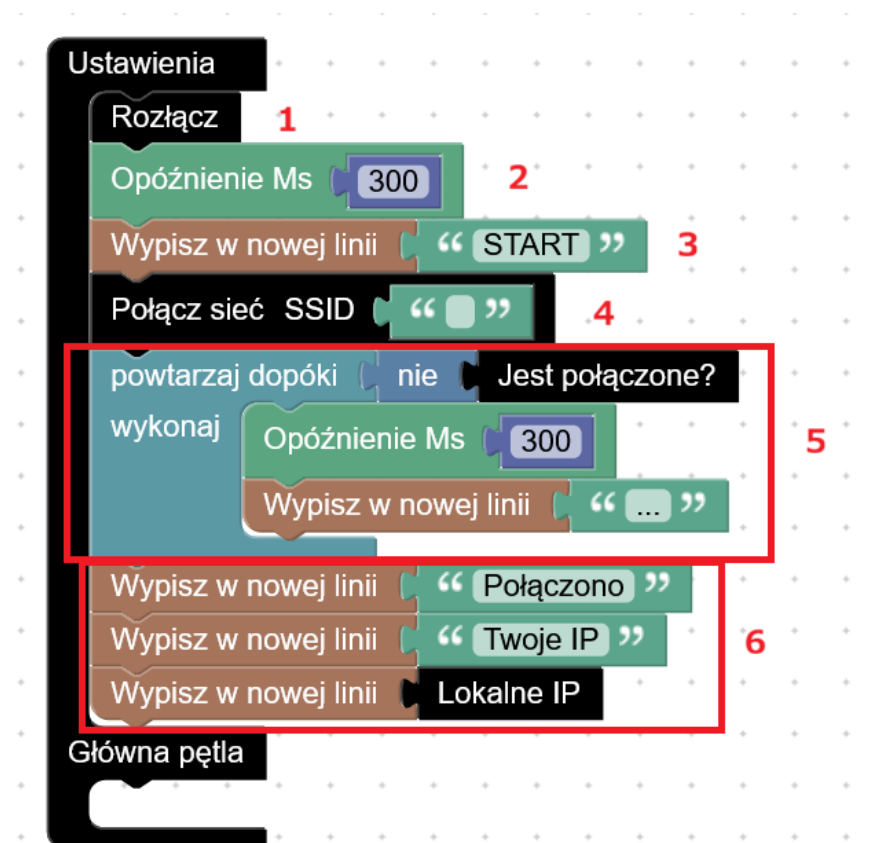
Na początku zapytaj uczniów o ich dotychczasową wiedzę na temat Internetu Rzeczy (IoT).

Następnie pokaż film: **Materiał 9: Czym jest IoT? (załącznik 26)**

### 2) Podłączanie płytki do sieci Wi-Fi

Pierwszym krokiem w części dotyczącej IoT będzie podłączenie płytki do sieci Wi-Fi.

Najpierw pokaż film: **Podłączanie do sieci.** (załącznik 27)



(IOT -> Stacja IOT -> Rozłącz)

(Szeregowe -> Wypisz w nowej linii)

(IOT -> Stacja IOT -> Połącz sieć SSID)



Współfinansowane przez  
Unię Europejską

(IOT -> Powtarzaj dopóki...)

(IOT -> Stacja IOT -> Lokalne IP)

1. Odłącz płytkę od sieci Wi-Fi.
2. Ustaw opóźnienie 3 sekund, aby mieć czas na otwarcie Monitora portu szeregowego (Serial Monitor).
3. Wyświetl komunikat w Monitorze portu szeregowego.
4. Wybierz sieć Wi-Fi, z którą płytka ma się połączyć.
5. W tej pętli płytka będzie próbowała połączyć się z wybraną siecią Wi-Fi. Jeśli nie wystąpi żaden błąd, program będzie przez kilka sekund wyświetlał kropki, a następnie przejdzie do kolejnej części programu. Jeśli wystąpi błąd (nieprawidłowe hasło, przeciążona sieć Wi-Fi lub brak sieci o podanej nazwie), w Monitorze portu szeregowego będzie wyświetlana nieskończona liczba kropek.
6. Jeśli zostaną wyświetlone poniższe komunikaty, oznacza to, że płytka została pomyślnie połączona z siecią Wi-Fi.

Następnie wykonaj **Wyzwanie 3**: Wprowadź kilka modyfikacji do programu.

- Gdy płytka nie jest połączona z siecią Wi-Fi, czerwona dioda LED powinna być włączona.
- Gdy płytka połączy się z siecią Wi-Fi, zielona dioda LED powinna być włączona.

Rozwiązanie znajdziesz w filmie: **Materiał 11: Podłączanie do sieci z wykorzystaniem diod LED** (Załącznik 28).

### 3) Wysyłanie danych do ThingSpeak

W tym projekcie będziemy wysyłać dane z czujnika światła do serwisu [ThingSpeak](https://thingspeak.com/).

ThingSpeak to platforma analityczna Internetu Rzeczy (IoT) typu open source, która umożliwia gromadzenie, wizualizację i analizę strumieni danych na żywo w chmurze.

W praktyce działa ona jako pomost między sprzętem fizycznym (takim jak czujniki i mikrokontrolery) a chmurą, dzięki czemu można łatwo zapisywać dane i obserwować, co dzieje się w czasie rzeczywistym.

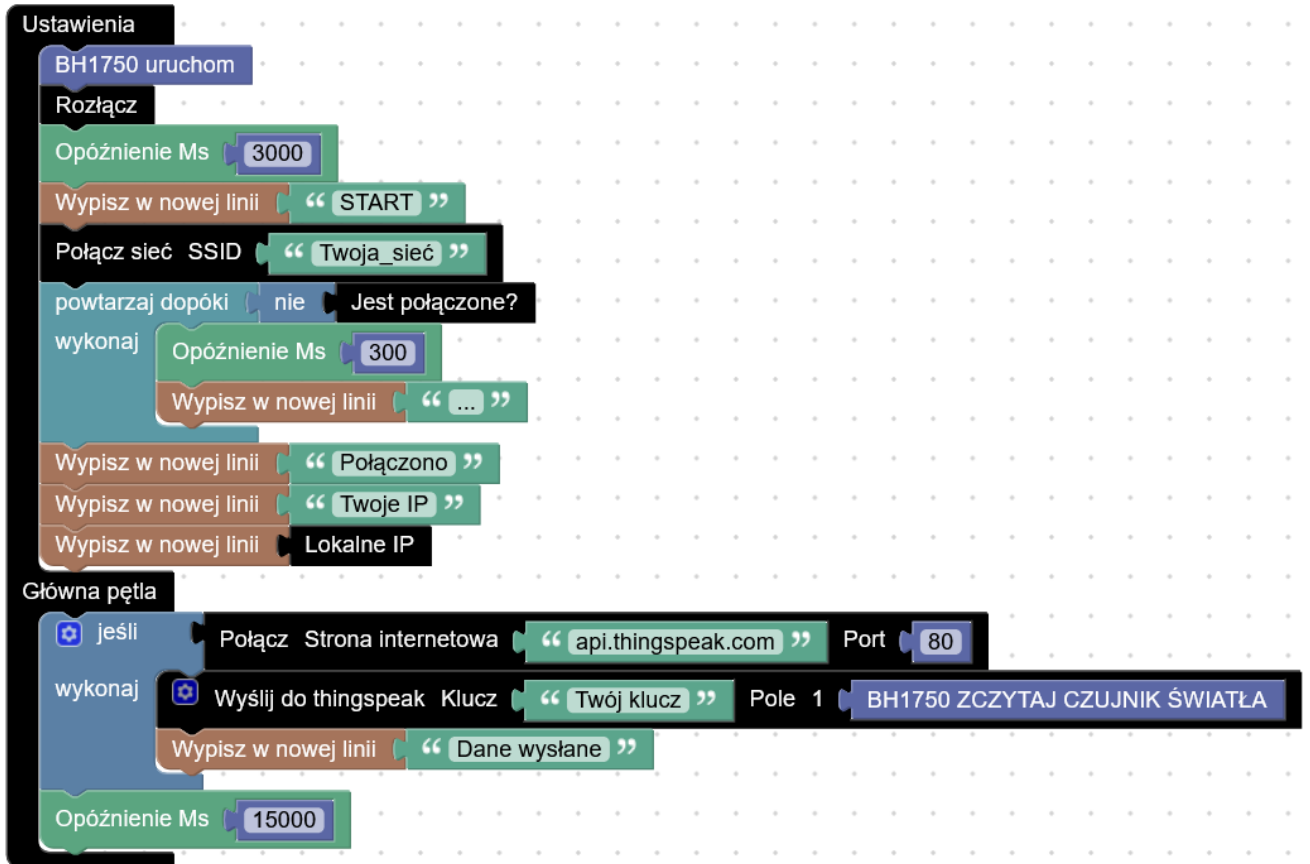


Współfinansowane przez  
Unię Europejską

Istnieje wiele platform IoT. Zaletą ThingSpeak jest to, że korzystanie z niej jest bezpłatne. Jedynym ograniczeniem jest możliwość wysyłania danych nie częściej niż co 15 sekund, co w zupełności wystarcza do realizacji naszego projektu.

Obejrzyj film: **Materiał 12: Wysyłanie danych do ThingSpeak** (załącznik 29)

Poniżej znajduje się pełny kod programu. Nie zapomnij dodać na początku kodu bloku **BH1750 INIT**. W przeciwnym razie nie będzie możliwe korzystanie z czujnika i pojawi się błąd.



(IOT -> Thingspeak -> Jeśli połącz...)

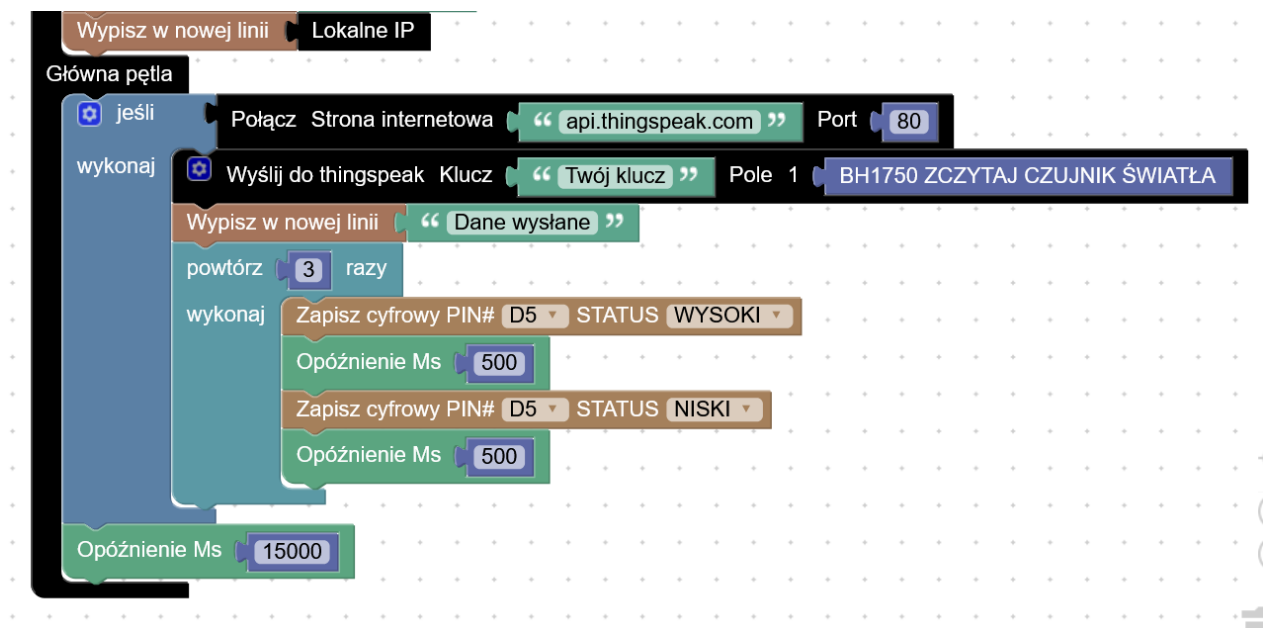
(Tekst)

(RÓŻNE -> CZUJNIK ŚWIATŁA -> ZCZYTAJ CZUJNIK SWIATŁA)



Współfinansowane przez  
Unię Europejską





(Pętla -> Powtórz ...)



Współfinansowane przez  
Unię Europejską