

# Badanie możliwości platformy Arduino w kontekście monitorowania zagrożeń środowiskowych

Krzysztof Lenart\*, Małgorzata Plechawska-Wójcik

Politechnika Lubelska, Instytut Informatyki, Nadbystrzycka 36B, 20-618 Lublin, Polska

**Streszczenie.** Artykuł opisuje badania polegające na analizie możliwości jakie oferuje platforma Arduino w kontekście monitorowania środowiska i wykrywania zagrożeń. Do realizacji badań wykorzystano czujniki kompatybilne z Arduino umożliwiające monitorowanie środowiska. Badania polegały na monitorowaniu parametrów środowiska, monitorowano m. in. temperaturę i wilgotność powietrza, poziom natężenia dźwięku lub gazy szkodliwe dla zdrowia. Na podstawie uzyskanych rezultatów nastąpiła analiza możliwości platformy.

**Słowa kluczowe:** Arduino; zagrożenia środowiskowe; czujniki

\* Autor do korespondencji.

Adres e-mail: krzysieklenart@gmail.com

## Possibility analysis of environmental threat monitoring with the Arduino platform

Krzysztof Lenart\*, Małgorzata Plechawska-Wójcik

Institute of Computer Science, Lublin University of Technology, Nadbystrzycka 36B, 20-618 Lublin, Poland

**Abstract.** The paper describes results of the possibility analysis of environmental monitoring and detection threats with the Arduino platform. Sensors compatible with Arduino enabling environmental monitoring were used to conduct research. The research consisted in monitoring environmental parameters, monitoring among others air temperature and humidity, sound level or gases harmful to health. Capabilities of the platform have been analyzed based on the obtained results.

**Keywords:** Arduino; environmental threats; sensors

\*Corresponding author.

E-mail address krzysieklenart@gmail.com

### 1. Wstęp

W dobie informatyzacji coraz więcej elementów otoczenia wypełniają urządzenia, które pozwalają kontrolować większość ludzkiego życia bez ingerencji innych ludzi. Obecnie powszechne są urządzenia monitorujące czynności życiowe, pozwalają one m. in. monitorować puls, ciśnienie krwi lub obserwować fazy snu [1]. W otoczeniu którym przebywa człowiek występują różne zagrożenia środowiskowe, które mogą niekorzystnie wpływać na stan ludzkiego zdrowia lub nawet mu zagrażać. Takimi zagrożeniami są między innymi: wysoka temperatura oraz wilgotność powietrza, hałas, gazy szkodliwe dla zdrowia lub pożar. Bez odpowiedniego monitoringu ludzie mogą być nieświadomi że ich życiu zagraża niebezpieczeństwo.

Rozwiązaniem problemu jest mikrokontroler Arduino oraz zestaw czujników umożliwiających monitorowanie środowiska. Arduino cieszy się wysoką popularnością wśród kontrolerów. Dodatkowym autem jest jego dostępność na licencji wolnego oprogramowania, oznacza to że jedyne koszty jakie są ponoszone to zakup platformy oraz komponentów.

Celem artykułu jest przeprowadzenie analizy czy platforma Arduino umożliwia monitorowanie zagrożeń środowiskowych. Badania będą polegały na zgromadzeniu danych z czujników umożliwiających monitorowanie parametrów środowiska a następnie ich przeanalizowanie.

Celem pośrednim było zaprojektowanie oraz zaimplementowanie aplikacji do przechowywania oraz prezentowania zebranych danych.

#### 1.1. Przegląd literatury

Tematyka monitorowania środowiska [2],[3] przy użyciu platformy Arduino [4] staje się coraz bardziej popularna, stąd też liczba artykułów naukowych oraz książek o tej tematyce wzrasta.

Jednym z prekursorskich artykułów naukowych jest „A Cost-effective Wireless Sensor Network System for Indoor Air Quality Monitoring Applications” [5]. Publikacja nastąpiła w 2014, autorami są Sherin Abraham oraz Xinrong Li. Autorzy zainspirowani artykułem „Indoor air quality tools for schools Communications guide” [6] mówiącym że zanieczyszczone powietrze w rankingu zagrożeń zdrowia publicznego znajduje się w pierwszej piątce postanowili zaprojektować i zbudować tani system monitorowania środowiska.

Kolejnym artykułem traktującym o monitorowaniu środowiska jest „Open Source data logger for low-cost environmental monitoring” [7], którego autorem jest Ed Baker. Założenia projektowe były podobne jak w przypadku wyżej opisanego projektu z tą różnicą że autor zaprezentował możliwość zgromadzenia danych bez wykorzystania komunikacji sieciowej.

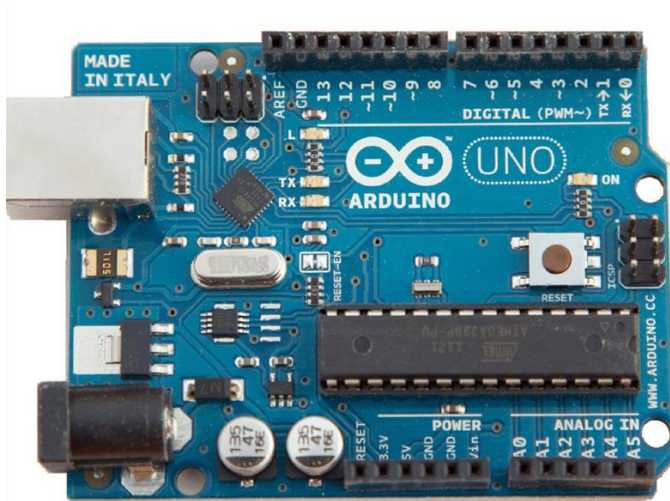
Publikacja „Environmental Monitoring with Arduino” [8] autorów Emilly Gertz i Patrick Di Justo wydana w 2012 roku przez O’Reilly Media dotyczy projektowania oraz budowy układów służących do monitorowania środowiska przy użyciu Arduino. Celem publikacji jest wprowadzenie do narzędzi oraz programowania mikrokontrolera. Przedstawia proste, budżetowe rozwiązanie umożliwiające monitorowanie różnych aspektów środowiska.

Artykuł „Development of a Low-Cost Arduino-Based Sonde for Coastal Applications” [9] ukazują wykorzystanie Arduino jako sondy do badania obszarów przybrzeżnych. Autorzy udowodnili że system monitorujący oparty na Arduino może być świetną alternatywą dla profesjonalnych systemów, ponieważ cechuje się dużą wytrzymałością, niskim kosztem budowy, możliwością dostosowywania według zapotrzebowania oraz posiada darmowe wsparcie techniczne.

Powyższe publikacje ukazują że monitorowanie środowiska przy użyciu platformy Arduino staje się niezwykle popularne.

## 2. Platforma Arduino

Arduino jest popularną platformą zaprojektowaną we Włoszech w 2005 roku dla systemów wbudowanych. Arduino oparte jest na projekcie open hardware, oznacza to że platforma może być dowolnie modyfikowana przez użytkowników. Arduino może być wykorzystywane do tworzenia samodzielnych układów lub ich sterowania. Płytki Arduino standardowo zawiera mikrokontroler oraz wyprowadzone linie analogowe i cyfrowe, które mogą pracować jako wejście lub wyjście, oznacza to że można przeprowadzać określone interakcje sprzętowe. Zawiera również port USB, który służy do połączenia płytki z komputerem w celu sterowania układem jak również zaprogramowaniu mikrokontrolera poprzez wgranie programu. Umieszczone zostało również złącze umożliwiające doprowadzenie zasilania np. przy użyciu ładowarki sieciowej [10]. Platforma została zaprezentowana na rysunku 1.



Rys. 1. Platforma Arduino

### 2.1. Czujniki

Czujniki rozszerzają możliwości platformy Arduino. Podłączane są przy użyciu pinów analogowych lub pinów

cyfrowych. Czujniki podłączone przez pin analogowy umożliwiają odczyt konkretnej wartości, natomiast podłączone pinem cyfrowym dostarczają informacje o wystąpieniu zdarzenia. W badaniach użyto następujące czujniki:

- moduł temperatury i wilgotności,
- czujnik wilgotności gleby,
- moduł z czujnikiem dźwięku,
- moduł opadów deszczu,
- czujnik pochylenia,
- czujnik płomienia,
- moduł MQ2 – czujnik gazów.

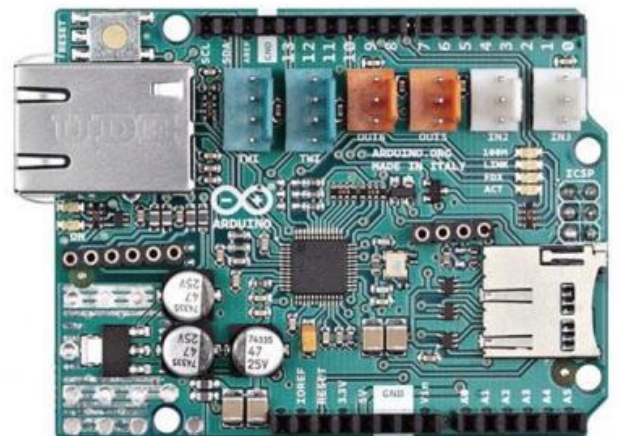
Przykładowy czujnik został przedstawiony na rysunku 2.



Rys. 2. Moduł MQ-2 – czujnik gazów

### 2.2. Moduły rozszerzające

W celu gromadzenia i przesyłania danych zostały zastosowane moduły rozszerzające funkcjonalność płytki Arduino. Rozszerzenia umożliwiają między innymi: zapis zgromadzonych danych na kartę pamięci SD, przesłanie danych przez połączenie przewodowe przewodem RJ45 z routerem, przesył danych bezprzewodowo przy użyciu sieci WiFi. Przykładowy moduł rozszerzający został zaprezentowany na rys. 3.



Rys. 3. Moduł Ethernet Shield

## 3. Procedura badawcza

Celem przeprowadzonych badań było sprawdzenie czy platforma Arduino umożliwia monitorowanie zagrożeń

środowiskowych. Monitorowanie środowiska odbywało się na podstawie następujących scenariuszy:

- pierwszy scenariusz polegał na długoterminowej obserwacji środowiska, dane były zbierane cyklicznie, w stałym odstępie czasowym. Celem pierwszego scenariusza było przeanalizowanie parametrów środowiska w lesie oraz określenie wartości granicznych, mogących zwiększyć zagrożenie pożarem,
- drugi scenariusz polegał na symulacji zagrożenia jakim jest pożar w budynku,
- trzeci scenariusz polegał na symulacji trzęsienia ziemi,
- czwarty scenariusz polegał na symulacji wycieku gazu,
- piąty scenariusz polegał na symulacji poziomów wilgotności powietrza.

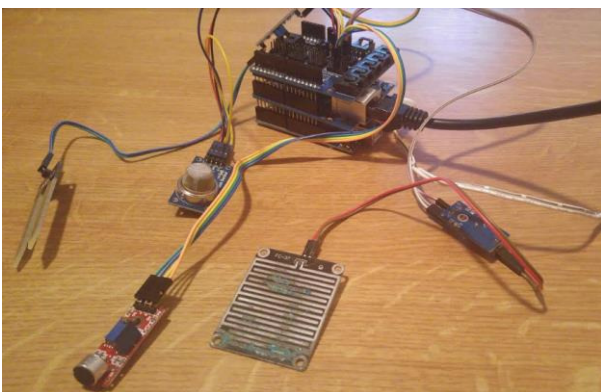
Odczytane dane z czujników były zapisywane w aplikacji, która powstała na potrzeby badań. Dane były gromadzone na trzy sposoby:

- komunikacja bezprzewodowa – odczytane wartości były natychmiastowo przesyłane do systemu przez sieć WiFi,
- komunikacja przewodowa – odczytane dane były natychmiast przysyłane przy użyciu przewodu RJ45 podłączonego do routera
- zapis na karcie SD – odczytane wartości były zapisywane na karcie pamięci podłączonej do Arduino. Dane były dostępne dopiero po ręcznym wprowadzeniu do systemu przez użytkownika.

Sposób gromadzenia danych ma wpływ na szybkość przekazywania informacji o zagrożeniu. W przypadku komunikacji przewodowej i bezprzewodowej odczyty były dostępne natychmiastowo, natomiast w przypadku zapisu na karcie pamięci dane były dostępne po ręcznym wprowadzeniu do systemu.

#### 4. Budowa stacji monitorującej

Stacja monitorująca może być zbudowana na trzy sposoby w zależności od sposobu zapisu danych. Częścią wspólną rozwiązań są jest platforma Arduino Uno Rev 3, Sensor Shield oraz czujniki. W komunikacji przewodowej został użyty Ethernet Shield, do komunikacji bezprzewodowej posłużył moduł WiFi ESP-01, natomiast w przypadku braku możliwości komunikacji wyżej wymienionymi metodami został użyty moduł kart pamięci SD. Rozwiązanie przewodowe zostało zaprezentowane na rysunku 4.



Rys. 4. Stacja monitorująca – połączenie przewodowe

#### 4.1. Aplikacja gromadząca dane

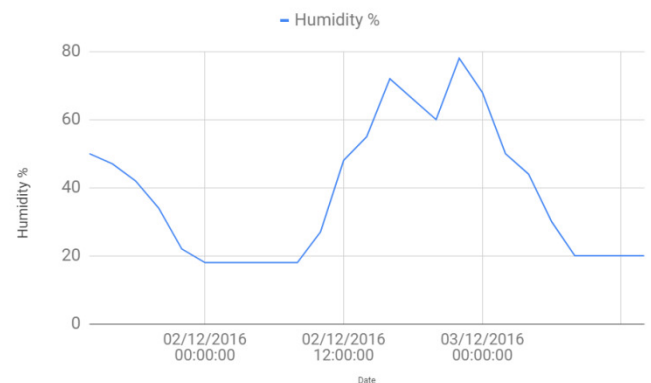
W ramach artykułu została stworzona aplikacja webowa, której przeznaczeniem jest gromadzenie danych otrzymanych z platformy oraz ich graficzna prezentacja.

#### 5. Prezentacja zgromadzonych danych

Zgromadzone dane środowiskowe zostały przedstawione na wykresach graficznych. Przedstawione zostały dane z wybranych czujników.

##### 5.1. Wilgotność powietrza

Dane zostały odczytane przy użyciu czujnika temperatury i wilgotności. Monitorowanie wilgotności powietrza odbyło się przy wykorzystaniu scenariusza piątego.

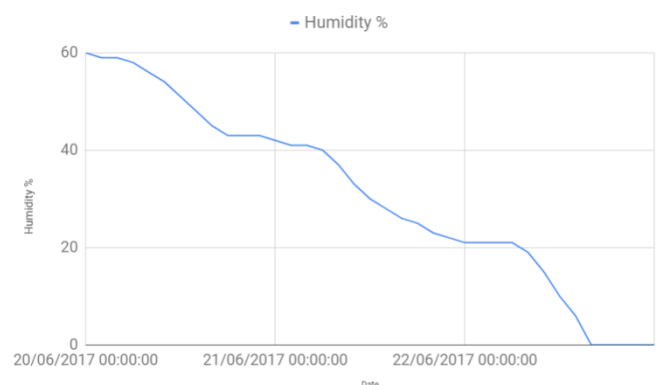


Rys. 5. Wilgotność powietrza

Na powyższym wykresie zostały zaprezentowane dane zebrane przez czujnik wilgotności i temperatury na przestrzeni trzech dni w okresie od 01.12.2016 do 03.12.2016. Dane odczytywane były w odstępie dwóch godzin.

##### 5.2. Wilgotności gleby

Dane zostały odczytane przy użyciu modułu do pomiaru wilgotności gleby. Monitorowanie wilgotności gleby odbyło się przy wykorzystaniu scenariusza pierwszego.



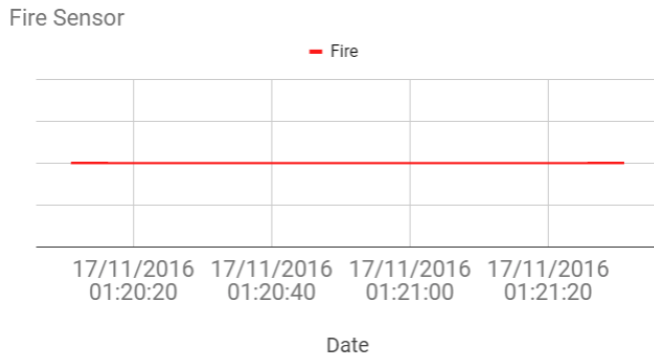
Rys. 6. Wilgotność gleby w procentach

Na powyższym wykresie zostały zaprezentowane dane zebrane przez czujnik wilgotności gleby na przestrzeni trzech dni w okresie od 20.06.2017 do 23.06.2017. Dane odczytywane były w odstępie dwóch godzin. Z wykresu możemy odczytać poziom wilgotności. W ciągu dnia pod wpływem słońca gleba zostawała stopniowo osuszana, co

widać na wykresie. W ciągu trzech dni gleby została całkowicie wysuszona.

### 5.3. Wykrywanie ognia

Detekcja ognia nastąpiła przy użyciu czujnika płomieni. Pomiar odbył przy użyciu scenariusza drugiego: symulacji zdarzenia.

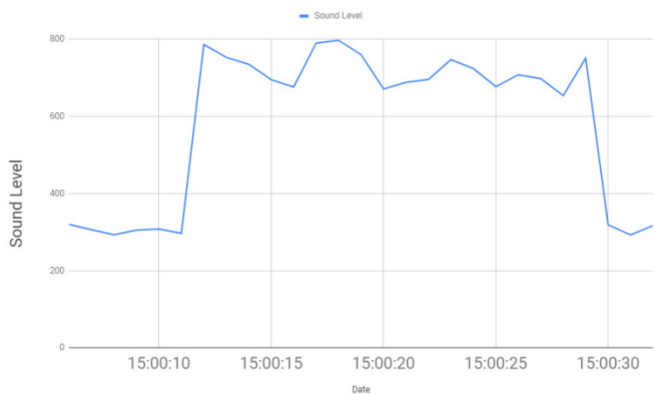


Rys. 7. Czas wykrycia ognia

Jak widać na rysunku 7 czujnik wykrył ogień o godzinie 1:20:15 dnia 17/11/2016. Ogień trwał minutę i piętnaście sekund. Całe zdarzenie było symulowane, źródło ognia znajdowało się w obrębie działania czujnika.

### 5.4. Monitorowanie poziomu natężenia dźwięku

Do monitorowania natężenia dźwięku został użyty moduł z czujnikiem dźwięku. Pomiar odbył przy użyciu scenariusza drugiego: symulacji zdarzenia.



Rys. 8. Poziom natężenia dźwięku

Czujnik nie pozwala jednoznacznie określić poziomu natężenia dźwięku w decybelach. Niezbędne są tutaj punkty odniesienia. Odczytana wartość dla ciszy wynosi około 100, natomiast dla rozmowy wynosi około 300. Na podstawie punktów odniesienia można ustalić progi głośności.

### 6. Analiza zgromadzonych danych

Dla wilgotności jako wartości progowe przyjęto: wilgotność wyższą niż 60% oraz niższą niż 40%. Analizując wykres przedstawiony na rysunku 4 można stwierdzić że czujnik wykrywa zagrożenia środowiskowe. Czujnik zarejestrował wartości powyżej 60% lub poniżej 40%. Wartości te wpływają negatywnie na zdrowie i samopoczucie człowieka.

Dla czujnika wilgotności gleby jako wartości progowe oznaczające zagrożenie przyjęto wartości mniejsze niż 30%. Dane otrzymane z czujnika wilgotności gleby przedstawione na rysunku 5 również umożliwiają wykrywanie zagrożeń, wartości poniżej 30% oznaczają suchą glebę. Dane umożliwiają utrzymanie wilgotności gleby na wymaganym poziomie.

Kolejnym czujnikiem, który posłużył do badań był czujnik płomienia. Wartością oczekiwaną w przypadku pożaru jest otrzymanie sygnału z czujnika. Przeprowadzone symulacje pozwalają jednoznacznie stwierdzić, że czujnik bezbłędnie wykrywa zagrożenie środowiskowe jakim jest ogień. Wadą czujnika jest to że sam nie posiada ochrony przed ogniem.

Ostatnim czujnikiem opisanym w artykule jest czujnik dźwięku. Czujnik nie umożliwia jednoznacznego określenia poziomu natężenia dźwięku w decybelach. Przeprowadzenie symulacji zdarzeń umożliwia określenie natężenia dźwięków dla charakterystycznych zdarzeń, na podstawie których można zdefiniować próg natężenia dźwięku, który będzie niebezpieczny dla człowieka. Wartości powyżej 600 oznaczają zagrożenie.

W artykule zostały przeanalizowane wybrane czujniki. Wartości progowe dla wszystkich czujników zostały przedstawione w tabeli 1.

Tabela 1. Wartości progowe czujników

Scenariusz	Nazwa czujnika	Wartość progowa
Scenariusz pierwszy	Czujnik wilgotności i temperatury	Temperatura powyżej 20 stopni Celsiusa
Scenariusz pierwszy	Czujnik wilgotności gleby	Wilgotność gleby mniejsza niż 30%
Scenariusz pierwszy	Czujnik opadów deszczu	Brak opadów na przestrzeni trzech dni
Scenariusz drugi	Czujnik natężenia dźwięku	Wartości powyżej 600
Scenariusz drugi	Czujnik płomienia	Wykrycie zdarzenia
Scenariusz trzeci	Czujnik pochylenia	Wykrycie zdarzenia
Scenariusz czwarty	Czujnik gazów MQ2	Wykrycie gazu o stężeniu większym niż 300ppm
Scenariusz piąty	Czujnik wilgotności i temperatury	Wilgotność wyższa niż 60% lub niższa niż 40%

### 7. Wnioski

Na podstawie zgromadzonych danych można wyciągnąć następujące wnioski:

- Arduino oparte jest na licencji open hardware, co umożliwia jego rozbudowę i dostosowywanie,
- Arduino posiada wiele rozszerzeń umożliwiających komunikacje, nie ma ograniczenia co do miejsca zbierania danych,
- dostępnych jest wiele sensorów umożliwiających monitorowanie wielu aspektów środowiska,
- Arduino jak i sensory są powszechnie dostępne, za niewielką cenę można zbudować zaawansowaną stację monitorującą środowisko.

## 8. Podsumowanie

Celem pracy było zbadanie możliwości platformy w kontekście monitorowania środowiska. Po przeprowadzeniu badań oraz ich przeanalizowaniu można stwierdzić że Arduino może być wykorzystane do monitorowania zagrożeń. Niewielki koszt budowy, licencja open hardware oraz dostępność różnorodnych czujników jest ciekawą alternatywą dla drogich profesjonalnych stacji monitorujących.

### Literatura

- [1] Dung Phan, Lee Yee Siong, Pubudu N. Pathirana, Aruna Senevirante: Smartwach: Performance evaluation for long-term heart rate monitoring. ISBB, pp. 144-147, 2015.
- [2] Ashenafi Lambebo, Sasan Haghani: A Wireless Sensor Network for Environmental Monitoring of Greenhouse Gases. Zone I Conference, 2014, University of Bridgeport, Bridgeport, CT, USA.
- [3] Akram Syed Ali, Zachary Zanzinger, Deion Debose, Brent Stephens: Open Source Building Science Sensors (OSBSS): A low-cost Arduino-based platform for long-term indoor environmental data collection. Building and Environment Volume 100, 2016, pp. 114-126.
- [4] Michael Margolis - Arduino Cookbook, 2nd Edition, 2011.
- [5] Sherin Abraham, Xinrong Li: A Cost-effective Wireless Sensor Network System for Indoor Air Quality Monitoring Applications. Procedia Computer Science Volume 34, 2014, pp. 165-171.
- [6] United States Environmental Protection Agency's (EPA): Indoor air quality tools for schools Communications guide. 2009.
- [7] Mr Ed Baker: Open Source data logger for low-cost environmental monitoring. Biodiversity Data Journal, 2014.
- [8] Emily Gertz, Patrick Di Justo: Environmental Monitoring with Arduino. Wydanie I, O'Reilly, 2012.
- [9] Grant Lockridge, Brian Dzwonkowski, Reid Nelson, Sean Powers: Low-Cost Arduino-Based Sonde for Coastal Applications. Sensors, 2016.
- [10] Alessandro D'Ausilio: Arduino: A low-cost multipurpose lab equipment. Behavior research methods, 2012.