

Piotr KAMIŃSKI<sup>1</sup>, Bartłomiej STEFKO<sup>2</sup>, Joanna KOCZUR<sup>3</sup>

Opiekun naukowy: Robert DROBINA<sup>4</sup>

## ASPEKT PRAWNY OCHRONY POWIETRZA ORAZ PROJEKT SMART HOME ZERO ENERGY

**Streszczenie:** W artykule omówiono aspekty prawne związane z ochroną powietrza. Jednym z istotnych elementów wpływających na zanieczyszczenie powietrza są paliwa spalane w kotłach grzewczych. Z tego powodu opracowano urządzenie wraz z aplikacją do informowania użytkownika kotła grzewczego o nieefektywnej wymianie powietrza w pomieszczeniach domowych.

**Słowa kluczowe:** powietrze, ochrona, aplikacja, projektowanie

## LEGAL ASPECT OF AIR PROTECTION AND THE SMART HOME ZERO ENERGY PROJECT

**Abstract:** The article discusses the legal aspects related to air protection. One of the important elements influencing air pollution are fuels burnt in heating boilers. For this reason, a device with an application was developed to inform the user of the heating boiler about ineffective air exchange in the domestic premises.

**Key words:** Air, protection, application, design

### 1. Cel i zakres pracy

Celem niniejszej pracy było przedstawienie aspektów prawnych w zakresie ochrony powietrza, a także zaprezentowano urządzenie „*Smart Home Zero Energy*” wraz z aplikacją do efektywnej wymiany powietrza w warunkach domowych na bazie czujników temperatury oraz otwarcia okna. Przeprowadzono próbę pilotażową

---

<sup>1</sup> dr inż. Zespół Szkół Elektronicznych Elektrycznych i Mechanicznych w Bielsku-Białej email: piotr.kaminski@e.zseeim.edu.pl

<sup>2</sup> student Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, email: bartlomiej.stefko@gmail.com

<sup>3</sup> dr Uniwersytet Śląski w Katowicach, Wydział Prawa i Administracji, email: joanna.koczur@us.edu.pl

<sup>4</sup> prof. ATH dr hab. inż., Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej, Wydział Budowy Maszyn i Informatyki, email: rdrobina@ath.bielsko.pl

poprawności działania urządzenia w warunkach rzeczywistych podczas sezonu grzewczego.

Zakres tej pracy obejmował projekt i wykonanie urządzenia do sygnalizacji nie efektywnej wymiany powietrza oraz napisanie aplikacji służącej do powiadamiania użytkownika o nadmiernej emisji ciepła z pomieszczenia.

## 2. Wstęp

Prawne aspekty ochrony powietrza reguluje Ustawa Prawo ochrony środowiska w Dziale II [1]. Ochrona powietrza – zgodnie z art. 85 ww. ustawy – polega na zapewnieniu jak najlepszej jego jakości. Sposobami na zapewnienie jak najlepszej jakości powietrza są (zgodnie z cytowanym artykułem):

- utrzymanie poziomów substancji w powietrzu poniżej dopuszczalnych dla nich poziomów lub co najmniej na tych poziomach;
- zmniejszanie poziomów substancji w powietrzu co najmniej do dopuszczalnych, gdy nie są one dotrzymane;
- zmniejszanie i utrzymanie poziomów substancji w powietrzu poniżej poziomów docelowych albo poziomów celów długoterminowych lub co najmniej na tych poziomach.

Ochrona powietrza oscyluje zatem wokół dążeń do zapewnienia jak najlepszej jakości powietrza – tj. w przypadku powietrza największe znaczenie przypisać należy ochronie jakościowej, a nie ilościowej, gdyż powietrze to taki element środowiska, który chroni się w zakresie jego czystości (czyli jakości) i centralnym punktem jest tu określony dopuszczalny poziom substancji w powietrzu (jest to tzw. poziom maksymalny) [2].

Ustawa Prawo ochrony środowiska w art. 87 stanowi, iż oceny jakości powietrza dokonuje się w strefach, które stanowią: aglomeracje, miasta oraz pozostały obszar województwa niewchodzący w skład aglomeracji i miast. Oceny jakości powietrza i obserwacji zmian dokonuje się natomiast w ramach państwowego monitoringu środowiska (*vide*: art. 88 cytowanej ustawy). Do zadań Głównego Inspektora Ochrony Środowiska należy dokonywanie oceny poziomów substancji w powietrzu w strefach na podstawie wyników pomiarów lub innych metod oceny jakości powietrza, w tym modelowania matematycznego transportu i przemian substancji w powietrzu (*vide*: art. 90 ust. 1 ww. ustawy).

W przypadku, gdy przekroczenie poziomów dopuszczalnych lub docelowych substancji w powietrzu występuje na znacznym obszarze kraju, a środki podjęte przez organy samorządu terytorialnego nie wpływają na ograniczenie emisji zanieczyszczeń do powietrza, minister właściwy do spraw klimatu może opracować krajowy program ochrony powietrza, który jest dokumentem o charakterze strategicznym wyznaczającym cele i kierunki działań, jakie powinny zostać uwzględnione w programach ochrony powietrza (art. 91 c ust. 1 cytowanej ustawy). Niniejszy przepis dotyczy sytuacji, gdy przekroczenie poziomów dopuszczalnych lub docelowych substancji w powietrzu osiągnie zasięg ponadregionalny – wówczas minister właściwy do spraw klimatu jest upoważniony do opracowania krajowego programu ochrony powietrza [3]. Przy czym działanie to nie jest obowiązkowe, lecz

fakultatywne, mając charakter strategiczny i - jako akt planowania - nie stanowiąc powszechnie obowiązującego źródła prawa [3]. W razie przekroczenia pułapu stężenia ekspozycji, to na organach samorządowych województw ciąży obowiązek podjęcia dodatkowych działań strategicznych mających na celu redukcję zanieczyszczenia powietrza (w formie aktualizacji programów ochrony powietrza) [3]. Zgodnie z art. 92 ust. 1 Prawa ochrony środowiska: W przypadku ryzyka wystąpienia w danej strefie przekroczenia poziomu alarmowego, informowania, dopuszczalnego lub docelowego substancji w powietrzu zarząd województwa, w terminie 12 miesięcy od dnia otrzymania informacji o tym ryzyku od Głównego Inspektora Ochrony Środowiska, opracowuje i przedstawia do zaopiniowania właściwym wójtom, burmistrzom lub prezydentom miast i starostom projekt uchwały w sprawie planu działań krótkoterminowych, w którym ustala się działania mające na celu:

- 1) zmniejszenie ryzyka wystąpienia takich przekroczeń;
- 2) ograniczenie skutków i czasu trwania zaistniałych przekroczeń.

Celem poprawy jakości powietrza wprowadzono przepisy dotyczące tzw. uchwały antysmogowej. Otóż zgodnie z art. 96 ust. 1 Prawo ochrony środowiska Sejmik województwa może, w drodze uchwały, w celu zapobieżenia negatywnemu oddziaływaniu na zdrowie ludzi lub na środowisko, wprowadzić ograniczenia lub zakazy w zakresie eksploatacji instalacji, w których następuje spalanie paliw. Uchwała ta jest aktem prawa miejscowego (tak: art. 96 ust. 9 cytowanej ustawy). Sejmik województwa może zatem na tej podstawie wprowadzać konkretne zakazy: od zakazu palenia węglem w piecach po określenie parametrów technicznych kotłów [4].

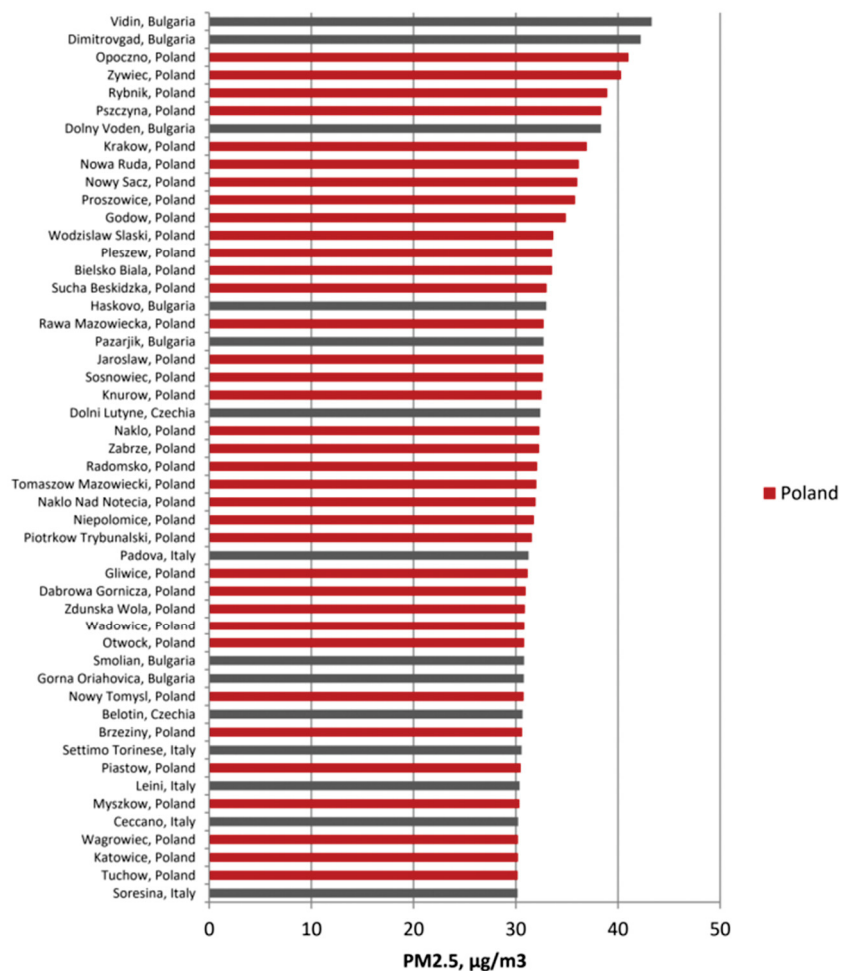
W tym kontekście każde rozwiązanie przyczyniające się do podniesienia jakości powietrza jest cenne i może przyczynić się do faktycznej jego ochrony. Maksymalne zmniejszenie zużycia węgla, poprawienie świadomości społeczeństwa w kontekście poziomów zanieczyszczenia powietrza w Polsce, ekologiczna strona projektu sprawia, że przedmiotowy *Smart Home Zero Energy* może stać się jednym z narzędzi ochrony powietrza na poziomie jednostki, w skali mikro.

### **3. Projekt urządzenia „Smart Home Zero Energy”**

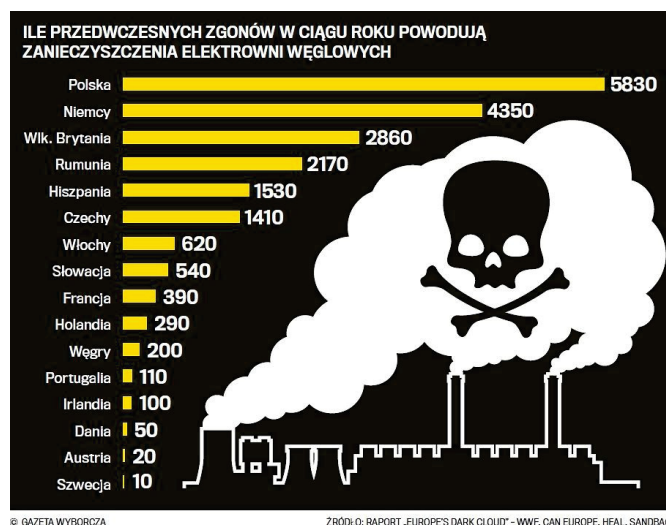
#### **3.1. Polska na tle europejskich państw w zanieczyszczeniu powietrza**

Najnowsze dane [5] potwierdzają, że aż 37 na 50 miast o najbardziej zanieczyszczonym powietrzu w Europie znajduje się w Polsce (rys. 1.). Ponadto Polska znajduje się na pierwszym miejscu wśród państw europejskich, gdzie umiera najwięcej ludzi ze względu na zanieczyszczenie powietrza spowodowane działalnością elektrowni węglowych (rys. 2.). W polskich domach aż 33% energii cieplnej pochodzi z pieców węglowych co przekłada się bezpośrednio na tak wysoki poziom zanieczyszczenia powietrza[6].

### 50 most polluted cities in the European Union



Rysunek 1. 50 najbardziej zanieczyszczonych miast w Unii Europejskiej[5]



Rysunek 2. Ilość przedwczesnych zgonów w ciągu roku spowodowanych zanieczyszczeniami elektrowni węglowych w danym kraju [6]

Analizując powyższy wykres można stwierdzić, że Polska jest pionierem w kontekście zanieczyszczenia powietrza. Przed Polską i Polakami stoi zatem znaczące wyzwanie w kontekście zmniejszenia zanieczyszczenia powietrza. Każda Polka i Polak może bezpośrednio przyczynić się do zmniejszenia zanieczyszczenia powietrza w swoim otoczeniu tzw. małej Ojczyźnie. Może tego dokonać efektywnie prowadząc wymianę powietrza w miejscu swojego zamieszkania tj. domu, mieszaniu pomocą w realizacji tego celu może okazać się zaprezentowane w dalszej części artykułu urządzenie „Smart Home Zero Energy”.

„Smart Home Zero Energy”, ma za zadanie między innymi uświadomienie użytkownika o marnowaniu energii cieplnej podczas pracy kotła grzewczego. Pałac w kotle przy otwartych oknach następuje nadmierne spalanie paliwa, a to bezpośrednio przekłada się na zwiększenie zużycia paliwa grzewczego oraz zanieczyszczenie powietrza. Smart Home Zero Energy na 3 sposoby informuje użytkownika o otwarciu okna gdy grzejnik jest rozgrzany za pomocą diody powiadomień, mailowo oraz na żywo śledząc stronę internetową i aplikację z każdego miejsca na świecie w którym mamy dostęp do Internetu. Dodatkowo w celu zwiększenia bezpieczeństwa domowników „Smart Home Zero Energy” został wyposażony w moduł monitorujący jakość powietrza, który wykrywa tlenek węgla będący bezpośrednim zagrożeniem dla zdrowia i życia.

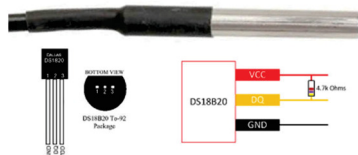
### 3.2. Konstrukcja „Smart Home Zero Energy”

Założeniem „Smart Home Zero Energy” jest zbieranie informacji o otaczającym środowisku za pomocą czujników zewnętrznych umiejscowionych w specjalnie zaprojektowanych obudowach. Do czujników tych można zaliczyć czujnik temperatury, czujnik otwarcia okna, czujnik tlenku węgla oraz gamę modułów elektronicznych przetwarzających informację z czujników.

### 3.2.1. Sprzęt elektroniczny użyty w projekcie

#### Czujnik temperatury DS18B20 z interfejsem OneWire

Cyfrowy czujnik temperatury DS18B20 rys. 3. z interfejsem **OneWire**. Interfejs ten został opracowany w celu zredukowania liczby przewodów, koniecznych do realizacji połączeń pomiędzy układami scalonymi. Zasada przekazu danych opiera się na generowaniu impulsów, których sekwencja i czas trwania kodują odpowiednie stany logiczne (0 i 1) – dzięki temu nie jest konieczne stosowanie dodatkowej linii zegarowej. Do prawidłowego działania w czujnika „*Smart Home Zero Energy*” zastosowano pomiędzy nóżką czujnika od zasilania (VCC) i danych(DQ) rezystor 4,7 kΩ.



#### Specyfikacja DS18B20

- Napięcie zasilania: od 3,0 V do 5,5 V
- Zakres pomiarowy: od -55°C do 125°C
- Dokładność: +/- 0,5°C w zakresie -10°C do 85°C
- Rozdzielczość: od 9 do 12 bitów

Rysunek 3. Czujnik temperatury DS18B20 wraz ze specyfikacją [7]

Czujnik zbiera informacje w trybie ciągłym o aktualnej temperaturze grzejnika. Część kodu przetwarzającego informację z czujnika przedstawiono poniżej rys. 4.

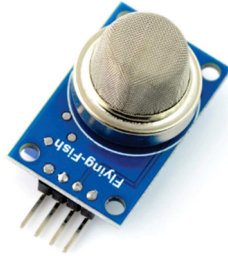
```

1 #include <OneWire.h> // aktywuje biblioteki obsługujące DS18B20
2 #include <DallasTemperature.h>
3 #define DS18B20PIN 2 // przewód z danymi łączymy do PIN D4
4 OneWire oneWire(DS18B20PIN);
5 DallasTemperature sensor(&oneWire);
6
7 void setup()
8 {
9   Serial.begin(115200);
10  sensor.begin();
11 }
12 void loop()
13 {
14   delay(3000); // czas 3 sekund pomiędzy pomiarami
15   sensor.requestTemperatures();
16   float tempinC = sensor.getTempCByIndex(0); // do zmiennej tempinC przypisana jest wartość temperatury
17 }
```

Rysunek 4. Część kodu obsługująca czujnik DS18B20

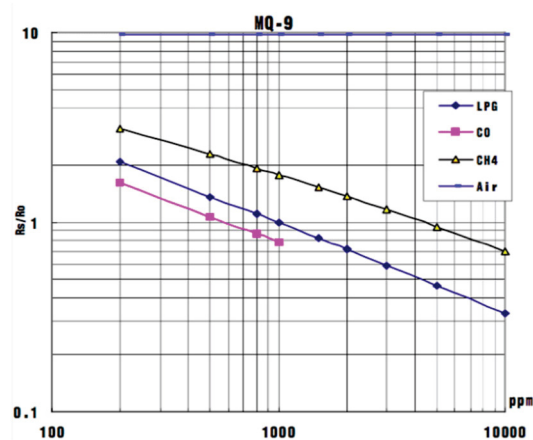
#### Czujnik tlenu węgla MG-9

Czujnik wykrywa stężenie tlenu węgla oraz palnych gazów - metanu, propanu i LPG rys.5. Wynik można uzyskać z pomiaru napięcia na wyjściu analogowym. Układ zasilany jest napięciem 5 V. Pobór prądu to około 150mA. Posiada wyjście cyfrowe oraz analogowe A0. Za pomocą umieszczonego na odwrocie płytki potencjometru ustawiany jest próg, po którego przekroczeniu wyjście D0 przechodzi ze stanu wysokiego w stan niski.



#### Specyfikacja czujnika MQ-9:

- Zasilanie: 5 V
- Pobór prądu: 150mA
- Typ: półprzewodnikowy
- Wyjścia: analogowe oraz cyfrowe
- Zakres pomiarowy: od 0 do 10 000 ppm
- Temperatura pracy: od -10 do 50 °C



Rysunek 5. Czujnik stężenia tlenu węgla MQ-9 wraz ze specyfikacją [8]

Czujnik zbiera informacje w trybie ciągłym o nie przekroczeniu stężonego tlenu węgla w pomieszczeniu. Przeprowadzając test czujnika w warunkach rzeczywistych na próbie 34 pomiarów wykazano, że podawane przez czujnik wartości w przedziale 8-10 jednostek świadczą nie skażonym powietrzu przez tlenek węgla, natomiast wskazania na poziomie 0-3 o nie akceptowalnym stężeniu tlenu węgla w pomieszczeniu. Dopuszczalne wskazania tlenu węgla przedstawia praca Jakubowskiego M. [9].

Część kodu przetwarzającego informację z czujnika przedstawiono poniżej rys. 6..

```

//////////////////////////////////  OBSŁUGA CZUJNIKA MQ-9  ////////////////////////////////////
// poniższy program przekształca wartość analogową na dedykowaną skalę //

float sensor_volt;
float RS_gas;
float ratio;
float R0 = 0.9;

float sensorVal = analogRead(A0); // wartość sygnału z czujnika jako odczyt pinu analogowego
sensor_volt = ((float)sensorVal / 1024) * 5.0 ;
RS_gas = (5.0 - sensor_volt) / sensor_volt;
ratio = RS_gas / R0;
float sensorData = ratio; // wartość sygnału z czujnika w dedykowanej skali

//////////////////////////////////  OBSŁUGA CZUJNIKA MQ-9  ////////////////////////////////////

```

Rysunek 6. Część kodu obsługująca czujnik MQ-09



### Układ ESP 8266

ESP8266 jest układem SoC (ang. *System-on-a-chip*), posiada możliwości programowania z poziomu Arduino oraz komunikacji WiFi oraz Bluetooth. ESP 8266 posiada 32-bitowy procesor Tensilica L106 taktowany zegarem 80 MHz [10]. Układ komunikuje się ze światem zewnętrznym za pomocą WiFi w standardzie 802.11 b/g/n 2,4 GHz o maksymalnej przepustowości do 72,2 Mb/s.



Rysunek 7. Układ ESP 8266 [10]

W projekcie w celu usprawnienia korzystania z układu ESP 8266 zastosowano dodatkowo moduł *Wemos D1 mini - ESP 8266 ESP12E* jego podstawą jest chip otoczony stabilizatorami napięcia i dodatkowymi układami do komunikacji po USB. Jedną stroną płytki zajmuje chip ESP8266 ESP12E. Pod spodem umieszczono chip USB: CH340. Dzięki niemu można podłączyć ESP do komputera przez microUSB oraz zaprogramować układ z poziomu Arduino IDE.

Następnie umieszczono stabilizator RT9013. Dzięki niemu możliwe jest zasilanie chipu za pomocą micro USB napięciem 5V, które jest konwertowane do 3.3V. Według specyfikacji napięcie robocze ESP 8266 waha się od 3.0 V do 3.6 V. Całość dopełnia fizyczny reset na skraju krawędzi płytki. Ważnym elementem ESP 8266 jest monitor portu szeregowego - SERIAL, który umożliwia wyświetlanie na ekranie laptopa danych płytki bezpośrednio podczas jej pracy.

### ESP NOW

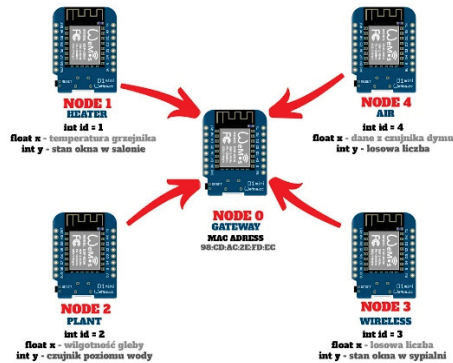
ESP-NOW to protokół opracowany przez Espressif, który umożliwia wielu urządzeniom komunikowanie się ze sobą bez korzystania z Wi-Fi. Protokół jest podobny do łączności bezprzewodowej 2,4 GHz o niskim poborze mocy, która jest często stosowana w myszach bezprzewodowych. Do komunikacji urządzeń niezbędne jest ich sparowanie z wykorzystaniem sieci bezprzewodowej. Urządzenia w zależności od wybranej struktury komunikacyjnej przesyłają między sobą pakiety. Po sparowaniu urządzeń połączenie między nimi jest trwałe, co oznacza że jeśli nagle jeden moduł straci zasilanie lub zostanie zresetowany, po ponownym uruchomieniu automatycznie połączy się ze swoim "partnerem", aby przesłać aktualny pakiet danych.

ESP NOW obsługuje następujące funkcje:

- szyfrowana i nie szyfrowana komunikacja unicast;
- zaszyfrowane i nieszyfrowane urządzenia równorzędne;



- może przesyłać do 250 bajtów danych;
- wysyłanie “powiadomienia zwrotnego”, dzięki któremu możemy sprawdzić czy pakiet został odebrany pomyślnie.



Rysunek 8. Struktura many-to-one

W Smart Home Zero Energy wykorzystałem właśnie tę ostatnią strukturę MANY-TO-ONE gdzie 4 moduły (NODE 1-4) wysyłają pakiety danych do modułu, który je przetwarza (NODE 0). Strukturę programu dla płytki NONE 0 odbierającej dane przedstawiono na rys. 9.

```

1 #include <ESP8266WiFi.h> // wskazujemy jakich bibliotek będziemy używać
2 #include <espnow.h>
3
4 uint8_t broadcastAddress[] = {0x98, 0xCD, 0xAC, 0x2E, 0xA8, 0x69}; // wstawiamy MAC address odbiornika
5
6 #define BOARD_ID 1 // przypisujemy numer id płytki, w tym przypadku 1 dla NODE 1
7
8 // przykład struktury do wysyłania danych, musi być taka sama jak struktura w protokole odbiornika
9 typedef struct struct_message {
10     int id;
11     int x;
12     int y;
13 } struct_message;
14
15 struct_message myData;
16
17 unsigned long lastTime = 0;
18 unsigned long timerDelay = 10000;
19
20 // funkcja, która powiadamia gdy pakiet danych został przesłany
21 void onDataSent(uint8_t *mac_addr, uint8_t sendStatus) {
22     Serial.print("\r\nLast Packet Send Status: ");
23     if (sendStatus == 0){
24         Serial.println("Delivery success");
25     }
26     else{
27         Serial.println("Delivery fail");
28     }
29 }
30
31 void setup() {
32     Serial.begin(115200); // włączamy monitor portu szeregowego
33
34     WiFi.mode(WIFI_STA); // ustawiamy płytkę jako stację WiFi
35     WiFi.disconnect();

```

Rysunek 9. Fragment struktury programu dla płytki odbierającej dane NONE 0

Całość Smart Home Zero Energy składa się z 5 modułów rys. 8.:

- **NODE 0**, który kontroluje wszystkie poniższe moduły, jest połączony z Internetem i mierzy aktualną temperaturę w pomieszczeniu.
- **NODE 1**, który monitoruje stan otwarcia okna w salonie i mierzy temperaturę grzejnika
- **NODE 2**, odpowiedzialny za automatyczne i inteligentne podlewanie rośliny
- **NODE 3**, który monitoruje stan otwarcia okna w sypialni
- **NODE 4**, wyposażony w czujnik gazów oraz system dźwiękowego powiadamiania w razie zagrożenia

### 3.2.2. Konstrukcja mechaniczna urządzenia

Obudowy do dla układów elektronicznych zostały tak zaprojektowana, aby umożliwić swobodny montaż układów elektronicznych oraz zapewnić prawidłową wentylację na elektroniki. Obudowa została zaprojektowana jako model 3D w programie SolidWorks, a następnie wydrukowana na drukarce 3D rys. 10.



Rysunek 10. Wydruk obudowy NODE 0

Node 0 Gateway rys.10. odpowiada za:

- odbieranie pakietu danych od innych modułów za pomocą ESP NOW,
- mierzenie temperatury pomieszczenia za pomocą DS18B20,
- powiadomienie za pomocą diody RGB
  - świeci na zielono, gdy grzejnik jest rozgrzany i okno otwarte,
  - świeci na czerwono, gdy czujnik modułu NODE 4 - AIR wykryje niebezpieczne stężenie szkodliwego gazu w powietrzu.
  - dioda RBG świeci się tylko na jeden kolor. Gdy powinna świecić się więcej niż jedna dioda, kolory wyświetlane są naprzemiennie w odstępach 2 sekundowych,
- synchronizację danych ze stroną i aplikacją Blynk,
- wysłanie emaila powiadomień za pomocą SMTP.

Jedną z form powiadamiania o zmianach w Smart Home Zero Energy jest wysyłanie powiadomień drogą mailową. W tym celu jest wykorzystywany serwer SMTP (z ang. Simple Mail Transfer Protocol), wykorzystany do wysyłania maili. Aby wysłać powiadomienie email przy użyciu modułu ESP 8266 wymagane jest podłączenie go z serwerem SMTP. W tym celu niezbędne jest użycie jednej z bibliotek przygotowanej dla ESP 8266 o np. o nazwie “ESP-Mail-Client”.

W celu wysyłania maili stworzono nowe internetowe konto na poczcie Google, o adresie: **homezero.energy@gmail.com**.

W ustawieniach konta zezwolono zewnętrznym aplikacjom na dostęp do konta, umożliwiło to protokołowi SMTP wysyłanie maili przy pomocy ESP 8266.

Simple Mail Transfer Protocol [11] działa na zasadzie inicjalizacji usługi pocztowej w celu nawiązania dwukierunkowego połączenia między wysyłającym serwerem SMTP oraz odbierającym serwerem SMTP. Serwer wysyłający SMTP przesyła komendy, na które serwer odbierający odpowiada. Gdy kanał transmisyjny zostanie ustalony przy użyciu odpowiednich komend, serwer nadający wysyła komendę MAIL, która wskazuje wiadomość do wysłania. Jeśli serwer odbierający odbierze wiadomość, wysyła komendę OK. Po odebraniu tej komendy serwer nadający wysyła polecenie RCPT, które identyfikuje adresata poczty. Jeżeli identyfikacja przebiegnie prawidłowo, odbierający serwer SMTP przesyła odpowiedź za pomocą komendy OK. Żeby wysłanie wiadomości za pośrednictwem serwera poczty SMTP było możliwe, serwer odbierający powinien uzyskać informację o nazwie serwera nadawcy oraz nazwie jego skrzynki pocztowej. W tym celu w komendzie MAIL dopuszczalna jest ścieżka zwrotna, która określa adres nadawcy. Poza procedurą MAIL, w której możliwe jest stosowanie komend MAIL, RCPT oraz DATA (wiadomość do wysłania), protokół SMTP umożliwia również wykonywanie procedur przekierowania oraz weryfikacji i rozszerzania listy adresatów.

Fragment kodu programu obsługującego SMTP dla modułu ESP 8266 zastosowanego w pracy przedstawiono na rys. 11.

```
1 #if defined(ESP8266)
2 #include <ESP8266WiFi.h>
3 #endif
4 #include <ESP_Mail_Client.h>
5 #define SMTP_HOST "smtp.gmail.com" // stały adres dla SMTP
6 #define SMTP_PORT 465 // stały port dla SMTP
7     #define WIFI_SSID "Pocophone f1" // nazwa lokalnej sieciWiFi
8     #define WIFI_PASSWORD "*****" // hasło do lokalnej sieci WiFi
9     #define AUTHOR_EMAIL "homezero.energy@gmail.com" // adres email poczty wysyłającej wiadomości
10    #define AUTHOR_PASSWORD "*****" // hasło do poczty wysyłającej wiadomości
11    #define RECIPIENT_EMAIL "recipient@gamil.com" // adres email na który będą kierowane wiadomości
12 SMTPSession smtp;
13 // funkcja zwrotna, która sprawdza stan wysłania wiadomości email
14 void smtpCallback(SMTP_Status status);
```

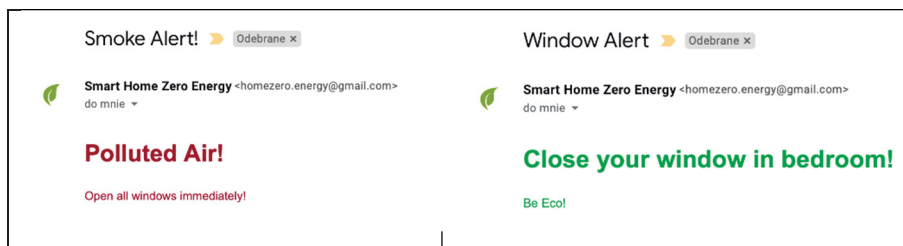
```

15
16 void setup(){
17   Serial.begin(115200);
18   Serial.println();
19   WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD);
20   while (WiFi.status() != WL_CONNECTED){
21     delay(200);
22   }
23
24   smtp.debug(1);
25   smtp.callback(smtpCallback);
26   ESP_Mail_Session session;
27   session.server.host_name = SMTP_HOST;
28   session.server.port = SMTP_PORT;
29   session.login.email = AUTHOR_EMAIL;
30   session.login.password = AUTHOR_PASSWORD;
31   session.login.user_domain = "";
32   SMTP_Message message;
33   message.sender.name = "Smart Home Zero Energy";
34   message.sender.email = AUTHOR_EMAIL;
35   message.subject = "Window Alert";
36   message.addRecipient("Client", RECIPIENT_EMAIL);

```

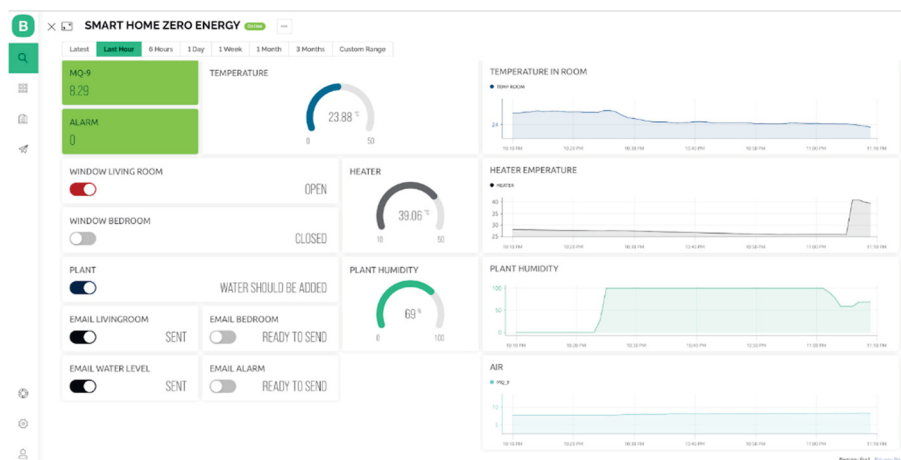
Rysunek 11. Fragment kodu obsługującego SMTP dla modułu ESP 8266

Przykładowa treść maila po wykryciu przekroczenia stężenia tlenku węgla w pomieszczeniu oraz nieefektywnej wymianie powietrza w pomieszczeniu przedstawiona jest na rys. 12.



Rysunek 12. Widok maila informującego o niebezpiecznym stężeniu tlenku węgla w pomieszczeniu oraz nieefektywnej wymianie powietrza

Widok strony internetowej do podglądu w trybie rzeczywistym stanu czujników przedstawiono na rys. 13.



Rysunek 13. Widok strony internetowej służącej do podglądu bieżących stanów czujników.

#### 4. Podsumowanie

Smart Home Zero Energy po zaprojektowaniu i wykonaniu został przetestowany w rzeczywistych warunkach. Testy polegały na sprawdzeniu skuteczności reakcji urządzania za przekroczenie stężenia tlenu węgla w pomieszczeniu oraz na poinformowaniu użytkownika o nieekonomicznej wymianie powietrza w pomieszczeniu. W wyniku przeprowadzonych testów można stwierdzić, że Smart Home Zero Energy poprawnie spełnia stawiane przed nim założenia i z powodzeniem może być stosowany jako osobne rozwiązanie lub jako część inteligentnego domu.

#### LITERATURA

1. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 roku - Prawo ochrony środowiska (Dz.U. z 2021 poz. 1973).
2. BUKOWSKI Z., CZECH E. K., KARPUS K., RAKOCZY B.: Prawo ochrony środowiska. Komentarz, Warszawa 2013, art. 85, LEX.
3. GRUSZECKI K. [w:] Prawo ochrony środowiska. Komentarz, wyd. VI, Warszawa 2022, art. 91(c), LEX.
4. KULIGOWSKI Ł.: Koniec z piecami na węgiel, Rzeczposp. PCD 2015, nr 11, s. 12.
5. Serwis internetowy <https://www.focus.pl/arttykul/ranking-smogu-na-50-najbardziej-zanieczyszczonych-miast-eu-az-36-jest-w-polsce-180509043616>, data dostępu 02.09.2022.
6. Serwis internetowy: <https://wyborcza.biz/biznes/7,177151,20617212,polskie-elektrownie-weglowe-w-czolowce-najwiekszych-trucicieli.html>, data dostępu 01.10.2022.

7. Serwis internetowy: <https://kompasyachting.pl/?product=kabel-czujnika-temperatury-ds18b20-dlugosc-6-metrow> data dostępu 28.09.2022.
8. Serwis internetowy: <https://botland.com.pl/czujniki-gazow/3029-czujnik-tlenku-wegla-i-latwopalnych-gazow-mq-9-polprzewodnikowy-modul-niebieski-5904422359287.html> data dostępu 05.10.2022.
9. Serwis internetowy: Jakubowski M. Tlenek węgla. Dokumentacja dopuszczalnych wielkości narażenia zawodowego. Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy 2006, nr 4, s. 69-92.
10. Serwis internetowy: <https://forbot.pl/blog/leksykon/esp8266> data dostępu 10.10.2022.
11. Serwis internetowy: <https://www.geeksforgeeks.org/simple-mail-transfer-protocol-smtp/> data dostępu 02.10.2022.