



Na łamach EP prezentowaliśmy sposób badania zawartości pyłów zawieszonych przy użyciu aplikacji dla systemu Android oraz rejestrowaliśmy parametry powietrza stworzoną aplikacją 'bbair\_smog\_logger' dla Raspberry Pi SBC (Single Board Computer). Dziś zajmiemy się nieco bardziej złożonym tematem – budową stacji pomiarowej zasilanej energią słoneczną na bazie bezprzewodowego, laserowego sensora pyłów zawieszonych BBair z Bluetooth LE.



# Bezprzewodowa EKO-stacja do pomiaru jakości powietrza



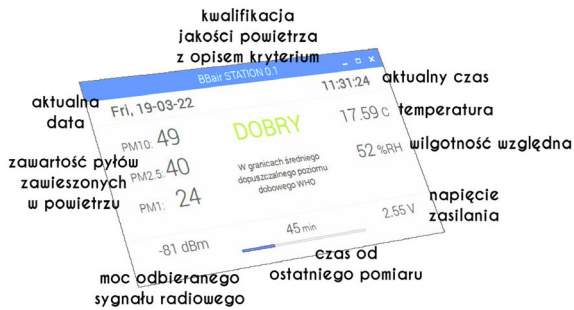
Idea użytkowa jest nieskomplikowana: powiesić na ścianie, postawić na biurku czy na półce taki mały ekranik. Wystarczy jedno spojrzenie, aby wiedzieć, co dzieje się na zewnątrz: jaki jest poziom stężenia pyłów zawieszonych poszczególnych frakcji czy jest ciepło, czy może zimno i czy powietrze jest przenikliwe wilgotne, czy może przyjemnie suche (rysunek 1). Gdy jednak czarodziejski ekranik jest poza zasięgiem wzroku (bo np. leżąc wygodnie na kanapie w sąsiednim pokoju, czytamy najnowszą EP 😊), równie łatwo można wszystko to sprawdzić za pomocą telefonu z aplikacją BBair. Szybkie połączenie z EKO-stacją pozwoli zobaczyć wskazania. Ten projekt to proste w użyciu i użyteczne narzędzie integrujące termometr, higrometr, zegar, kalendarz i czujnik jakości powietrza, tak bardzo pomocne w codziennym życiu.

## Wartość niezależnych, lokalnych pomiarów

Istnieje wiele systemów pomiarów jakości powietrza. Dociekliwi zapytają: po co zatem budować kolejny – własny system? Na tak postawione pytanie można udzielić wyczerpującej dwuwymiarowej

odpowiedzi. Po pierwsze wartość edukacyjna i niesamowita satysfakcja z posiadania własnoręcznie zbudowanej stacji pomiarowej są nieocenione. Po drugie i dla wielu z pewnością dużo istotniejsze okażą się kwestie lokalności i niezależności pomiarów wykonywanych na żądanie. Posiadając własny system pomiarowy, mamy zapewnione:

- Niezależność i wiarygodność danych pomiarowych, które nie są w żaden sposób przetwarzane;
- Wykonywanie pomiarów na żądanie, czyli w dowolnym momencie, w którym chcemy poznać stan zaokienego powietrza;
- Lokalność, ponieważ po wykonaniu pomiaru za pomocą własnej zaokiennej stacji mamy pewność, że wskazanie dotyczy stanu powietrza z najbliższego otoczenia. Nie jest to szacunkowa, uśredniona wartość z kilku najbliższych, często oddalonych o kilometry stacji;
- Możliwość obserwowania zmian zanieczyszczenia powietrza w najbliższej okolicy, a dzięki temu wyszukiwania i śledzenia źródeł zanieczyszczeń.



**Rysunek 1. Wyniki pomiarów zaprezentowane w atrakcyjnej formie na czterocalowym, graficznym wyświetlaczu LCD**

## Budowa

EKO-stacja składa się z dwóch modułów: sensora montowanego na zewnątrz i „prezentera” instalowanego wewnątrz. Główne składniki potrzebne do realizacji projektu to:

1. Mikrokomputer Raspberry Pi z chipem Bluetooth Smart. W zupełności wystarczy ekonomiczna wersja: Raspberry Pi zero W.
2. Dotykowy, czterocalowy ekran LCD z interfejsem SPI. (<http://bit.ly/35A3tMT>).
3. Dokładny, laserowy sensor parametrów powietrza z interfejsem Bluetooth Smart – BBair (<http://bit.ly/35uyxgN>).
4. Małe ogniwo słoneczne. W prototypie użyto panelu o wymiarach 6,5×6,5 cm, napięciu jałowym 5,5 V i maksymalnej mocy 0,6 W.

## Konfiguracja Raspberry Pi

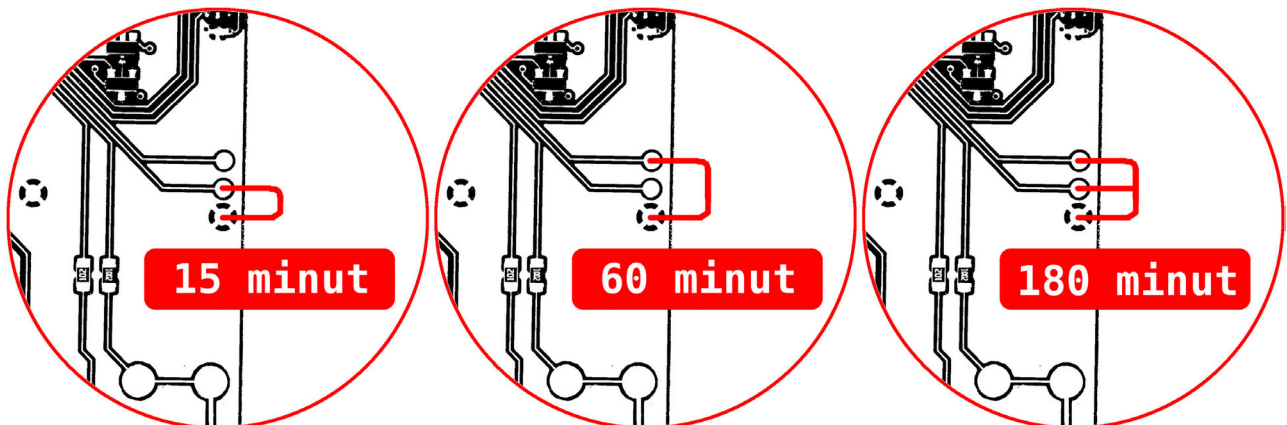
Po podłączeniu monitora, klawiatury i zasilacza do Raspberry Pi SBC jesteśmy gotowi do instalacji systemu operacyjnego. Nie zapomnijmy również o podłączeniu ekranu LCD. W Internecie dostępnych jest wiele instrukcji, jak zainstalować system operacyjny, dlatego nie będziemy powielać tych informacji. Założmy, że wychodzimy z punktu, gdzie na naszej malinice mamy już zainstalowany (np. za pomocą pliku 'NOOBS\_lite\_v3\_0') świeży system Raspbian Lite. Jeśli nie uruchamia się w trybie graficznym, zmieńmy to, odpalając z konsoli malinowy konfigurator poleceniem:

```
sudo raspi-config
```

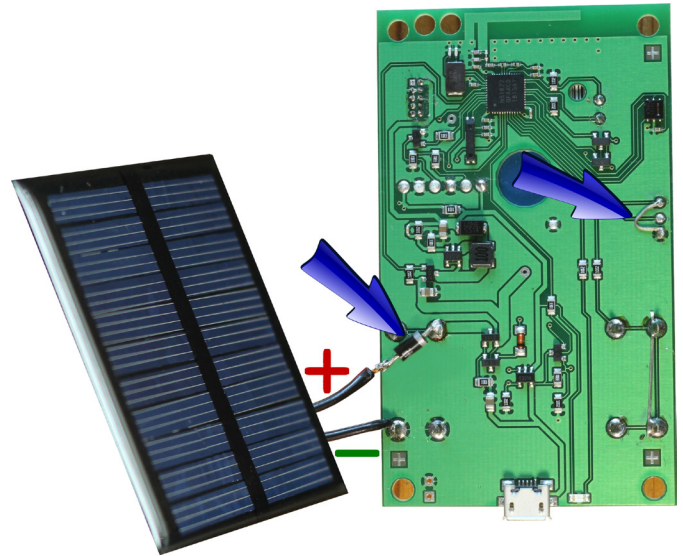
Gdy na ekranie pojawi się menu, przechodzimy do punktu 3. *Boot Options*, dalej do *B1.Desktop/CLI*, a następnie wybieramy *B4.Desktop Autologin* i naciskamy Enter. Wychodzimy z konfiguratora, zatwierdzając restart systemu, który ponownie uruchomi się już w wersji graficznej.

## Przygotowanie sensora

Sensor BBair jest gotowy do pracy natychmiast po włączeniu zasilania. Korzystając z urządzenia mobilnego typu смартфон lub tablet z zainstalowaną aplikacją BBair, można w dowolnej chwili wykonać pomiar jakości powietrza. Aby użyć sensora w tym projekcie,



**Rysunek 2. Sposób wyboru częstotliwości pomiarów**



**Rysunek 3. Sposób połączenia ogniwa fotowoltaicznego**

konieczne jest dostosowanie go do nowych potrzeb. Będzie to polegało na:

1. włączeniu trybu pomiarów automatycznych,
2. wyposażeniu sensora w funkcję ładowania z ogniwa słonecznego,
3. oraz przystosowaniu go do pracy w warunkach atmosferycznych.

Do włączenia trybu automatycznych pomiarów wystarczy wykonanie połączenia padów konfiguracyjnych na płytce sensora. Do wyboru mamy trzy okresy, spośród których wybieramy jeden, łącząc pola według wskazówek z **rysunku 2**. Zwróćmy uwagę na to, że im częściej sensor będzie wykonywał pomiary, tym więcej energii będzie musiał dostarczyć panel słoneczny. Z kolei to, ile energii pozyska ogniwo fotowoltaiczne, zależy m.in. od: warunków nasłonecznienia panujących w miejscu zainstalowania sensora, sprawności układu ładowania oraz oczywiście mocy samego panelu. Sensownym kompromisem na początek wydaje się wybranie godzinowego okresu wykonywania pomiarów.

Dalej zajmiemy się kwestią zasilania. EKO-stacja, czerpiąc energię jedynie z akumulatorów, wymagałaby co jakiś czas (proporcjonalny do uprzednio wybranego okresu wykonywania automatycznych pomiarów) wymiany wyczerpanego zestawu na nowy. W ten sposób mając cztery akumulatory AAA, moglibyśmy zapewnić ciągłość zasilania: dwa ogniwa byłyby w stacji, a dwa po naładowaniu oczekiwałyby na odpowiedni moment podmienienia. Byłoby to jednak nieco uciążliwe, choć wielokrotnie rzadsze niż ładowanie urządzeń mobilnych. Istnieje jednak dość prosty sposób na wyeliminowanie konieczności cyklicznej obsługi. Wykorzystując fakt, że stacja zainstalowana będzie pod gołym niebem, możemy podłączyć ją do ogromnego źródła darmowej energii. **Rysunek 3** pokazuje najprostszyspóbsób połączenia ogniwa fotowoltaicznego poprzez diodę prostowniczą z sensorem



Rysunek 4. Gotowy sensor w pomysłowej obudowie

skonfigurowanym do wykonywania pomiarów co 60 minut. Dziwić może fakt pominięcia regulatora ładowania i zabezpieczenia użytych ogniw NiMH przed przeładowaniem. Wątpliwości szybko rozwiewa zestawienie parametrów zastosowanych elementów. W naszym klimacie użyte akumulatory o pojemności 1000 mAh nie zostaną uszkodzone panelem słonecznym o mocy szczytowej 0,6 W. Panel nigdy nie będzie pracował w punkcie swojej maksymalnej mocy, więc uzyskana ilość energii będzie niewielka. Zrobmy szybkie oszacowanie: prąd pobierany z baterii przez sensor podczas pomiaru wynosi średnio 120 mA. Pomiar trwa 1 minutę, zatem zużycie energii to 2 mAh (120 mA×1/60 h). Jeśli ustawiliśmy stację do powtarzania pomiarów co 1 godzinę, to w ciągu doby mamy 24 pomiary. Daje to ostatecznie zużycie energii równe 48 mAh na dobę. Prąd czuwania jest tak mały, że spokojnie możemy go pominąć w tych szacunkach bez negatywnego wpływu na wynik obliczeń. Gdy założymy, że panel dostarczałby energię tylko przez 5 godzin na dobę, wystarczyłby ciągły prąd ładowania o wartości 10 mA. Niewiele, ale należy wziąć pod uwagę również występowanie kilku dni pochmurnych z rzędu oraz ekspozycję ogniwa na słońce w miejscu zainstalowania EKO-stacji. Dysponując ogniwem słonecznym o większej mocy, konieczne będzie zastosowanie jakiejś formy zabezpieczenia akumulatorów przed przeładowaniem.

Teraz uzasadnimy, dlaczego budowana stacja nosi przedrostek EKO. W dzisiejszych czasach obfitości, gdy coraz bardziej doskwiera nam problem zaśmiecenia świata, pożądaną cechą staje się umiejętność ponownego wykorzystania użytych już rzeczy. Znalazienie dla nich nowej funkcji lub nowego wymiaru użyteczności. W tym właśnie duchu wykonana została obudowa EKO-stacji chroniąca sensor przed letnim deszczem i zimowym śniegiem. W sumie bardzo proste w wykonaniu, bardzo tanie i bardzo skuteczne rozwiązanie. W cienkiej ściance obciętej butelki PET wykonano niewielki otwór, przez który przeprowadzony jest przewód od ogniwa słonecznego do wnętrza. Otwór zabezpieczony został klejem, który jednocześnie mocuje panel fotowoltaiczny. Przez otwór w nakrętkę przewleczono twardy drut w otulinie izolacyjnej obustronnie zakończony uformowanymi haczykami: jeden z nich posłuży do podwieszenia sensora BBair, a drugi do zainstalowania całego zestawu EKO-stacji w docelowym miejscu zbierania danych pomiarowych. Instalując sensor wewnątrz butelkowej kopułki, pamiętajmy o tym, aby

otwory służące do zasysania badanego powietrza skierowane były w dół (rysunek 4).

## Instalacja aplikacji BBair\_station na Raspberry Pi

Część sprzętowa jest już gotowa. Pozostaje zainstalować oprogramowanie i świętować zakończenie projektu. Ponieważ proces instalacji niezbędnego oprogramowania składa się z kilku kroków, dla ułatwienia przygotowany został skrypt wykonujący w kolejności wszystkie niezbędne zadania. Logujemy się zatem do systemu i pobieramy go poleceniem: `wget http://bbmagic.net/download/install_BBair_station.sh`

Aby możliwe było jego uruchomienie, konieczna jest zmiana praw dostępu do pobranego pliku komendą:

```
sudo chmod +x install_BBair_station.sh
```

Wynik działania powyższych poleceń pokazuje zrzut ekranu z rysunku 5. Teraz możliwe jest skorzystanie ze skryptu, który pobierze aplikację BBair\_station oraz sterownik wyświetlacza LCD. Uruchamiamy go poleceniem:

```
./install_BBair_station.sh
```

Po chwili ekran wypełnią komunikaty raportujące przebieg instalacji jak na zrzucie ekranu z rysunku 6. Aplikacja BBair\_station zadomowiła się w systemie, a na pulpicie znajduje się ikona umożliwiająca jej uruchomienie. Z aplikacji można korzystać na dużym ekranie, mając podczas pracy bieżące informacje o stanie powietrza za oknem (rysunek 7). Skorzystanie z podłączonego wyświetlacza LCD umożliwi nam pobranie skryptu, uruchomimy go z parametrem „lcd-4”. Po wpisaniu komendy:

```
./install_BBair_station.sh lcd-4
```

```
pi@raspberrypi:~$ wget http://bbmagic.net/download/install_BBair_station.sh
--2019-04-24 11:03:44-- http://bbmagic.net/download/install_BBair_station.sh
Resolving bbgmagic.net (bbmagic.net)... 85.17.23.23
Connecting to bbgmagic.net (bbmagic.net)|85.17.23.23|:80... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 200 OK
Length: 2516 (2.5K) [application/x-sh]
Saving to: 'install_BBair_station.sh'

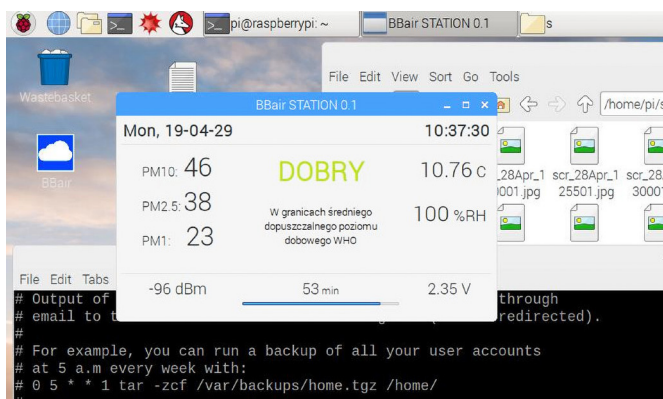
install_BBair_station. 100%[=====] 2.46K --KB/s in 0s
2019-04-24 11:03:44 (71.8 MB/s) - 'install_BBair_station.sh' saved [2516/2516]

pi@raspberrypi:~$ sudo chmod +x install_BBair_station.sh
pi@raspberrypi:~$
```

Rysunek 5. Pobranie skryptu i zmiana praw dostępu

```
pi@raspberrypi:~$ ./install_BBair_station.sh
BBair Station App installer START
-----
Creating BBair_station folder...OK
Installing App...OK
Downloading LCD driver...OK
Installing LCD driver...OK
-----
BBair station install completed !!
Click desktop icon to start BBair Station App.
'./install_BBair_station.sh lcd-4' - switch to 4-inch SPI LCD
'./install_BBair_station.sh lcd-4-180' - switch to 4-inch SPI LCD upside down
'./install_BBair_station.sh lcd-hdmi' - switch to HDMI display
See more on www.bbgmagic.net
-----
pi@raspberrypi:~$
```

Rysunek 6. Efekt uruchomienia skryptu



Rysunek 7. Widok działającej aplikacji

```

pi@raspberrypi:~$ ./install_BBair_station.sh lcd-4
pi@raspberrypi:~$ ./install_BBair_station.sh lcd-4
Switching to 4-inch SPI LCD...
LCD configure 0
  
```

Rysunek 8. Skrypt uruchamiający dołączony wyświetlacz

```

pi@raspberrypi:~$ ./install_BBair_station.sh lcd-hdmi
pi@raspberrypi:~$ ./install_BBair_station.sh lcd-hdmi
Switching to HDMI...
  
```

Rysunek 9. Skrypt umożliwiający ponowne przełączenie ekranów

```

pi@raspberrypi:~$ ./install_BBair_station.sh lcd-4-180
pi@raspberrypi:~$ ./install_BBair_station.sh lcd-4-180
Switching to 4-inch SPI LCD [180 deg]...
LCD configure 180
  
```

Rysunek 10. Skrypt umożliwiający obrócenie wyświetlanej treści

ekran będzie wyglądał jak ten na zrzucie z rysunku 8, a system zostanie zrestartowany. Po ponownym uruchomieniu ekran monitora podłączonego do portu HDMI pozostanie pusty, a wyświetlacz LCD przejmie jego funkcję. Ponowne przełączenie ekranów jest również proste – wystarczy komenda (rysunek 9):

```
./install_BBair_station.sh lcd-hdmi
```

i po restarcie systemu na porcie HDMI pojawi się na powrót sygnał. Skrypt ma jeszcze jedną ciekawą opcję (rysunek 10):

```
./install_BBair_station.sh lcd-4-180
```

który spowoduje przełączenie na wyświetlacz LCD, z tym że wyświetlany obraz będzie obrócony o 180 stopni. Na pierwszy rzut oka nie widać zastosowania dla tej funkcji, ale po sprawdzeniu, w którym kierunku względem wyświetlacza wyprowadzone są przewody Raspberry Pi zero W, wszystko stanie się w pełni zrozumiałe. Obrócenie obrazu do góry nogami pozwala prowadzić przewody w dół, co podniesie estetykę magicznego ekranu o kilka rzędów wielkości.

Na zakończenie pozostaje jeszcze zająć się kwestią systemowego wygaszacza ekranu. Jest on domyślnie włączony i po jakimś czasie bezczynności wskaźnika i klawiatury wyświetlacz (monitor) podłączony do Raspberry Pi zostanie wygaszony, uniemożliwiając odczyt parametrów powietrza. O ile w sytuacji korzystania z aplikacji na dużym monitorze nie powinno być to wielkim problemem, o tyle w przypadku wiszącego na ścianie magicznego ekranu taka sytuacja może stać się irytująca. Chęć odczytania wyników pomiaru wiązałaby się z każdym razem z koniecznością dotknięcia ekranu wyświetlacza. Aby móc zarządzać wygaszaczem ekranu, najprościej zainstalować aplikację *xscreensaver* poleceniem:

```
sudo apt-get install xscreensaver
```

Po zakończeniu instalacji w menu, w zakładce *preferencje* pojawi się *wygaszacz ekranu*. Uruchamiając go, można ustawić parametry wygaszania lub całkowicie wyłączyć tę funkcję.

W ten oto sposób mamy precyzyjne narzędzie do ciągłego monitorowania jakości zaokiennego powietrza. Od dziś do codziennej prasówki dołączy czytanie wyników pomiarów z EKO-stacji. Z doświadczenia wiem, że może to być ciekawe, podnoszące poziom wiedzy i zrozumienia problemu jakości powietrza. Pomoże także uniknąć podejmowania aktywności na „nie do końca świeżym powietrzu”.

Opis budowy EKO-stacji (zwłaszcza aspekt mechaniczny) w artykule został skrócony do niezbędnego minimum, ale w serwisie YouTube (po wyszukaniu frazy „projekt bbmagic”) dostępny jest film dokumentujący ten proces. Zainteresowani Czytelnicy na pewno znajdą tam wiele interesujących szczegółów, zgodnie z empiryczną zasadą, że jeden obraz wart jest więcej niż tysiąc słów. Pliki źródłowe aplikacji *BBair\_station* są dostępne pod adresem <http://bit.ly/32g2Hm6>.

Mariusz Żądło  
iram@poczta.onet.pl

REKLAMA

# 100% ELEKTRONIKI NA AVT.PL/PRENUMERATA

**SERWONAPĘDY I SILNIKI KROKOWE**

**ELEKTRONIKA PRAKTYCZNA + FTP**

Międzynarodowy magazyn elektroników konstruktorów • Listopad • 11/2019

**Niezbędnik elektronika na DVD**

**SYSTEMY EMBEDDED**

**Elektronika praktyczna**

Elektronika praktyczna to magazyn dla praktyków i konstruktorów. Zawiera schematy, programy i poradniki. W tym numerze: systemy automatyzacji do przydomowego ogrzewania, sterowniki i podzespoły z mikrokontrolerami, sterowniki i podzespoły z mikrokontrolerami, sterowniki i podzespoły z mikrokontrolerami...

Szkola Konstruktorów - Elektroniczny układ dowolnej przystawki

**ELEKTRONIKA dla wszystkich**

10 2019 PAŹDZIERNIK • CENA 12 zł • WYDAWCA: M. KULIŃSKI • 14 990 990

**Elektroniczna gra Łamigłówka**

Izolowana galwanicznie sonda oscyloskopowa 2,5kV

- Infinity – Wzrost prędkości z czujnikiem tlenu węgla
- Membrana lampy elektronowej
- Wielokanałowe obciążenie aktywne, czyli układy do marnowania energii
- Estyma
- Automatyka – Elektronika w wentylacji i rekuperacji
- Transmisja danych w inteligentnym domu
- Wzmacniacze klasy D
- Przetwarzanie indukcyjne
- Karta Arduino – Wyświetlacz matrycowy
- Ratowanie starych notodruków lampowych – Baterieje odbiorcze radiowo

10/2019 październik 10.000 zł (ok. 95 PLN)

Wydawca: Dariusz Młynarczyk, Prezes zarządu firmy Cytel Unipress – str. 26

**Elektronik**

MAGAZYN ELEKTRONIKI PROFESJONALNEJ

**Narzędzia i usługi do prototypowania elektroniki**

**IoT – od aplikacji do realizacji**

**ELTRON**

**STMC32**

**TECHDRIVE**

**DIGIKEY.PL**

Narzędzia do statycznej analizy kodu – str. 58

Ponad 50 milionów produktów dostępnych online

**Prenumerujesz Elektronikę Praktyczną + Elektronikę dla Wszystkich? Skorzystaj z promocji 1+1=3 i zamów bezpłatną prenumeratę Elektronikę**