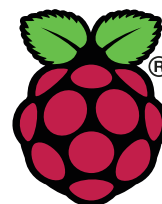




# MudPi – automatyczny system ogrodniczy do irygacji roślin



*Lubisz ogrodnictwo, ale nie masz czasu na jego podlewanie? Być może Twoje rośliny domowe, wyglądają na trochę spragnione, albo po prostu szukasz sposobu na automatyzację systemu przydomowej hydroponiki? Prezentowany projekt – system MudPi, pomoże rozwiązać te problemy.*

MudPi to otwarty system automatyki ogrodowej, zaprojektowany do zarządzania i utrzymywania zasobów ogrodowych zarówno wewnątrz domu, jak i na zewnątrz, np. w ogrodzie. Został zbudowany na bazie Raspberry Pi i posiada szerokie możliwości dostosowania go do konkretnych potrzeb danego ogrodu czy domu.

W artykule opisana jest podstawowa konfiguracja, której można użyć np. w domu, aby sprawdzić jak wdrożyć MudPi lub zarządzać ogrodem na zewnątrz i kontrolować nawadnianie. Poniższy opis pozwoli nam dowiedzieć się jak zainstalować MudPi na komputerze jednopłytkowym Raspberry Pi i zastosować ten system do kontroli zautomatyzowanej irygacji w domu czy przydomowym ogródku. Nic nie stoi na przeszkodzie, aby później rozbudować system do nawadniania całego ogrodu, lub stworzenia systemu automatyki ogrodowej o bardziej zaawansowanej konstrukcji. MudPi można skonfigurować na bardzo wiele sposobów, które opisano na stronie z dokumentacją aplikacji (<https://mudpi.app/docs>).

## Potrzebne materiały

Do budowy opisanego systemu irygacji będzie potrzebny szereg elementów elektronicznych i elektromechanicznych, a także elementy do wykonania klasycznego systemu irygacji. Potrzebne będą także podstawowe narzędzia.

## Potrzebne komponenty

- komputer jednopłytkowy Raspberry Pi z łącznością Wi-Fi (wersja z wbudowaną kartą sieciową, lub z dodaną zewnętrzną kartą

na USB). Na komputerze powinien być już zainstalowany system operacyjny, preferowany jest Debian 9 lub 10 (Raspbian),

- monitor, klawiatura i mysz – potrzebne będą tylko w czasie konfiguracji komputera,
- karta microSD dla Raspbiana, co najmniej 8 GB,
- moduł z sensorem wilgotności i temperatury (DHT11),
- czujnik poziomu wody w zbiorniku,
- podwójny przekaźnik,
- pompka na 12 V i zasilacz do niej lub pompka na 230 V,
- zasilacz 5 V,
- rezystory 10 kΩ do podciągania linii cyfrowych,
- przewód czterożyłowy, który nadaje się do umieszczenia na dworze,
- wodoodporna obudowa z dławnicami do kabli,
- rurki do nawadniania roślin.

## Rozplanowanie systemu irygacji

Pierwszym krokiem, przed rozpoczęciem montażu systemu, jest rozplanowanie tego gdzie i jak przebiegać będą rurki systemu irygacyjnego – niezależnie czy podlewamy w ten sposób pojedynczą roślinę czy cały ogród, to planowanie pozwoli nam uniknąć problemów i komplikacji później. Ważne jest, aby mieć przygotowane wszystkie rzeczy potrzebne do budowy systemu, a aby tak się stało, musimy z gotowym projektem przysiąc do zamówienia. Potrzeby naszej instalacji mogą się zmieniać z czasem, a dobrą praktyką jest przygotowywanie się na przyszłość. Zatem należy wziąć pod uwagę możliwość późniejszej rozbudowy instalacji.

Planując system irygacji musimy podjąć szereg decyzji projektowych. Pierwszą z nich jest wybór systemu dostarczania wody. Dwie główne opcje to użycie pompy w zbiorniku wody, albo wąż podłączony do instalacji wodnej z elektrozaworem do sterowania przepływem. Większy, bardziej złożony system może nawet wykorzystywać oba te elementy (np. do wydzielenia stref różnego nawadniania w ogrodzie). W opisywanym projekcie zastosowano pompkę do dostarczania wody do linii irygacyjnej.

MudPi idealnie nadaje się do skalowania i testowania wielu różnych rozwiązań. Projekt systemu można zacząć od butelki wody i pompki na 3,3 V do podlewania kwiatka w doniczce. Projektując system należy dobrać odpowiednie rozwiązania dla naszych roślin. Na rynku dostępnych jest wiele różnych systemów podawania wody – tryskacze, kroplówki, zraszacze etc. Każdy z nich ma swoje konkretne aplikacje, ale jako że Elektronika Praktyczna nie jest czasopiśmie ogrodniczym, a elektronicznym, to tematyki tej nie będziemy zgłębiać na jej łamach. Zakładamy tylko, że rozpoczynając budowę elektronicznej części systemu, każdy ma już przygotowany system nawadniania, dobrany do potrzeb swojego ogrodu.

MudPi może również sterować oświetleniem roślin w pomieszczeniach za pomocą przełącznika. Możliwości dalszej rozbudowy systemu są nieograniczone, więc jeśli potrzebujecie zautomatyzować coś, oprócz samego systemu irygacji, to MudPi idealnie się do tego nada.

## Sensory i inne elementy elektroniczne w systemie

Kolejnym ważnym aspektem planowania, są dane, które zbieramy z ogrodu, aby sterować systemem irygacji. Przydatne informacje to temperatura i wilgotność gleby. Pomiar wilgotności gleby to świetny sposób wykrywania deszczu, aby uniknąć nadmiernego nawodnienia naszego ogrodu. Oczywiście, w domu taka funkcja może nie być potrzebna – to od Ciebie i potrzeb Twoich roślin zależy docelowy kształt systemu.

W ramach opisywanej w artykule konfiguracji system monitorować będzie:

- temperaturę,
- wilgotność powietrza,
- poziom wody w zbiorniku.

Do pomiaru poziomu wody w zbiorniku zastosowano pływakowy czujnik poziomu, który jest w stanie podawać poziom napełnienia zbiornika. Poziomy zostały zdefiniowane, jako: 10%, 25%, 50%, 75% i 95%, gdzie 10% to poziom krytycznie niski, a 95% przyjmuje się za pełen zbiornik.

Do układu podłączone są, także przełączniki. Pozwalają one kontrolować wszystkie systemy, które nie są kompatybilne z napięciem 3,3 V, jakie może dawać Raspberry na liniach GPIO. Przełącznik umożliwia sterowanie obwodami o wyższym napięciu i prądzie. W omawianym projekcie urządzeniem takim jest pompka do wody, która wymaga wyższego napięcia, a przy tym pobiera znaczny prąd. Do sterowania pompą potrzebny jest tylko jeden przełącznik. W systemie zainstalowano dwa przełączniki, aby zapewnić możliwość rozbudowy sterownika w przyszłości.

Najważniejszą rzeczą do zaplanowania jest zasilanie. W pierwszej kolejności konieczne jest ustalenie, z czego zasilanie będzie Raspberry Pi i inne podzespoły. Zwykle Pi jest zasilany z zasilacza USB, ale to wymaga osobnej wtyczki. Jeśli zasilamy inne urządzenia o wyższym napięciu, można zastosować zasilacz prądu stałego np. z przetwornicą impulsową DC/DC, aby obniżyć napięcia do 5 V. Pamiętajmy, aby dobrać odpowiedni moduł zasilacza, który zapewni dostateczny prąd do pracy komputera jednopłytkowego (co najmniej 1 A) i innych elementów, w zależności od tego, co podłączymy w naszej konfiguracji.

Raspberry Pi domyślnie współpracuje jedynie z cyfrowymi liniami GPIO. Oznacza to, że nie można po prostu podłączyć czujnika wilgotności gruntu bezpośrednio do komputera. Potrzebny jest moduł z przetwornikiem analogowo-cyfrowym lub dedykowany mikrokontroler z obsługą wejść analogowych, np. Arduino lub ESP32. Na szczęście MudPi obsługuje sterowanie takimi urządzeniami, jako podrzędnymi węzłami sieci. Potrafi wydawać polecenia tym urządzeniom z głównego kontrolera (Raspberry Pi). Umożliwia to posiadanie kontrolera z wieloma jednostkami z czujnikami, którymi może sterować wraz z podłączonymi do nich komponentami analogowymi.

## Instalacja MudPi na komputerze jednopłytkowym

Po przygotowaniu projektu i zgromadzeniu wszystkich elementów czas przygotować sprzęt. Na początek należy zainstalować na MudPi najnowszą wersję Raspbiana – robi się to pobierając obraz systemu z oficjalnej strony Raspberry Pi i wgrywając go na kartę microSD. W naszym przypadku karta o pojemności 8 GB będzie wystarczająca. Po wgraniu obrazu na kartę SD i umieszczeniu jej w Raspberry Pi, możemy uruchomić komputer. Uruchomi się automatyczny instalator, który przeprowadzi nas przez cały proces instalacji. Po zainstalowaniu należy tylko połączyć komputer do sieci Wi-Fi – jeśli mamy zainstalowany system z GUI, możemy zrobić to z poziomu pulpitu. Jeśli mamy do dyspozycji tylko terminal, konieczne jest edytowanie pliku `/etc/wpa_supplicant/wpa_supplicant.conf` dowolnym edytorem tekstowym (nano lub vim).

Następną rzeczą, którą trzeba wykonać zaraz po podłączeniu komputera do Wi-Fi jest aktualizacja systemu zainstalowanego na Raspberry Pi. W tym celu w terminalu wpisujemy następujące komendy:

```
sudo apt-get update
sudo apt-get upgrade
```

Po zakończeniu aktualizacji uruchom ponownie komputer:

```
sudo restart
```

Po ponownym uruchomieniu Raspberry Pi można zainstalować oprogramowanie MudPi. Możesz to zrobić za pomocą Instalatora MudPi przy pomocy następującego polecenia:

```
curl -sL https://install.mudpi.app | bash
```

Instalator zajmie się pobraniem wszystkich potrzebnych pakietów oraz konfiguracją systemu do współpracy z MudPi. Oprogramowanie domyślnie jest instalowane w katalogu `/etc/mudpi` z głównymi pakietami znajdującym się w katalogu `/etc/mudpi/core`. Oprogramowanie można uruchomić ręcznie, wpisując w terminalu:

```
cd / etc / mudpi / core
python3 mudpi.py
```

Pakiet MudPi wyposażony jest w specjalnego nadzorcę – zadanie które uruchomi MudPi automatycznie. Przed pierwszym uruchomieniem trzeba będzie jeszcze uzupełnić plik konfiguracyjny programu, ale aby było to możliwe trzeba wiedzieć do którego pinu Raspberry Pi podłączone są poszczególne sensory, przełączniki i inne elementy.

## Podłączenie sensorów i innych komponentów do Raspberry Pi

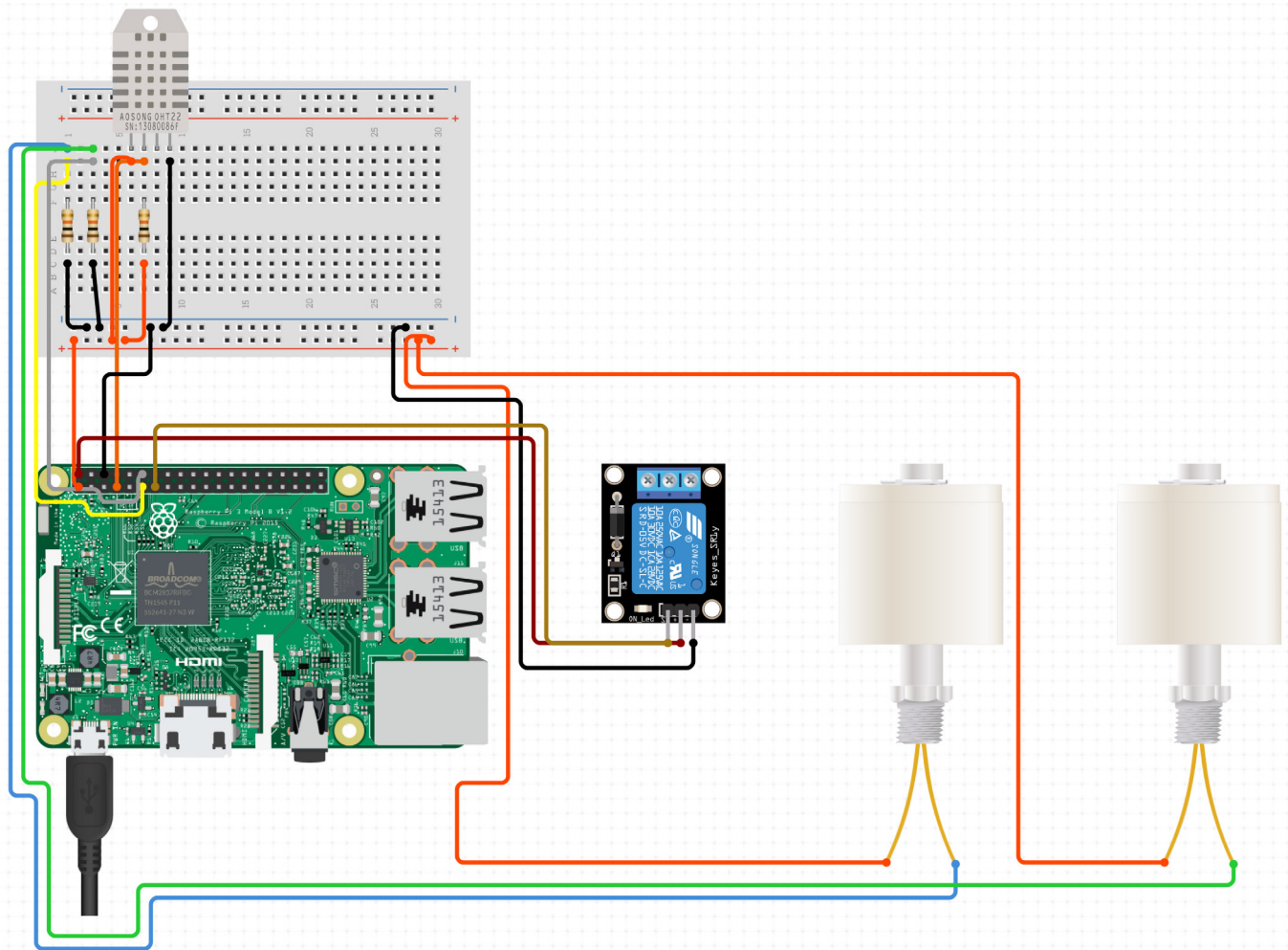
Możemy teraz podłączyć do Raspberry Pi wszystkie wykorzystane w systemie sensory i układy wykonawcze. Moduły do Raspberry Pi podłączyć można na wiele sposobów – możliwe jest wykorzystanie płytki stykowej, kabli do goldpinów czy normalnego lutowania przewodów. Wszystko zależy od tego, czy budujemy system do instalacji na stałe czy np. tylko testujemy MudPi czy nową konfigurację.

W pierwszej kolejności do komputera jednopłytkowego podłączamy sensory. W przypadku omawianego systemu jest to scalony higrometr-termometr oraz czujnik poziomu wody w zbiorniku. Sensor wilgotności – DHT11 lub DHT22 – podłączamy do pinu numer 25 Raspberry Pi. Do tego układu musimy podłączyć także masę i zasilanie. Tak samo zasilanie 3,3 V musimy podłączyć do czujnika pływakowego, zainstalowanego w zbiorniku. W systemie znajdują się dwa takie czujniki podłączone do wejść 12 i 22 GPIO Raspberry Pi poprzez oporniki 10 kΩ służące do ściągania wyjścia do masy. W ten sposób, gdy czujnik pływakowy zamyka się, podaje on na wyjściu napięcie 3,3 V, a gdy jest rozarty, opornik ściąga go do potencjału masy.

Następnie do Raspberry Pi możemy podłączyć układy wykonawcze. W tym przypadku są to dwa przełączniki podłączone do linii 13 i 16 oraz zasilania (5 V i masa). Przełączniki posłużą do przełączania wyższych napięć i większych prądów.

Napięcie zasilające pompę (w opisywanym przypadku 230 V) podłączymy w dalszym etapie budowy. Teraz należy sprawdzić poprawność





Rysunek 1. Schemat ideowy pokazujący połączenie poszczególnych elementów opisującego systemu MudPi

montażu poszczególnych komponentów. Na **rysunku 1** pokazano schemat testowego systemu do irygacji. Kolejnym krokiem jest odpowiednie skonfigurowanie oprogramowania.

### Konfiguracja MudPi

Po podłączeniu czujników i innych komponentów do Raspberry Pi można utworzyć plik konfiguracyjny i przetestować, czy wszystko działa poprawnie przed ostatecznym zakończeniem montażu urządzenia w obudowie. Aby skonfigurować MudPi konieczne jest zaktualizowanie pliku *mudpi.config*, który znajduje się w katalogu */etc/mudpi/core*. Jest to plik tekstowy w formacie JSON. Można edytować go ręcznie, na przykład z pomocą edytora tekstu lub przy użyciu dedykowanego programu przygotowanego przez autora projektu.

Plik konfiguracyjny dla opisanej powyżej konfiguracji sprzętu w systemie pokazany jest na **listingu 1**. Podzielono go na kilka podstawowych sekcji: *name*, *version*, *debug*, *redis*, *relays*, *workers*, *triggers* i *actions*. Pierwsze cztery pola są obowiązkowe w konfiguracji, pozostałe są opcjonalne. Obowiązkowe pola opisują, odpowiednio, nazwę systemu, jego wersję, wejście w tryb do debugowania oraz dane do połączenia z siecią bezprzewodową. Warto zwrócić uwagę, że ostatnie pole nie jest jedną wartością, a samo w sobie jest kolejnym JSONem, w którym zawarte są dwa pola – *host* oraz *port*.

Kolejne pola, także są bardziej złożone – każde z nich jest grupą JSONów, z których każdy opisuje pojedynczy wpis. Nazwy poszczególnych sekcji - *relays*, *workers*, *triggers* i *actions* – dosyć dobrze opisują ich zawartość. W pierwszej znajdziemy definicje podłączonych do systemu przekaźników, w drugiej źródeł danych (od prostych sensorów cyfrowych, podłączonych do linii GPIO Raspberry Pi po wykorzystujące zewnętrzne mikrokontrolery zaawansowane urządzenia pomiarowe. Trzecia i czwarta sekcja opisują behawioralny model

systemu. Sekcja *triggers* konfiguruje wyzwalacze akcji (*actions*) w układzie. Mechanizm tego opisu jest bardzo prosty – w sekcji *actions* zawarte są opisy poszczególnych działań systemu – w przypadku omawianego układu – włączenia i wyłączenia pompy do wody.

System, w momencie wystąpienia zdarzenia opisanego w sekcji *triggers* uruchamia następnie zapisaną w danym wpisie akcję. Parametrem wyzwalającym w przypadku konfiguracji opisanej na **listingu 1** jest czas, ale równie dobrze może to być np. wartość mierzona zmiennej, wejście cyfrowe etc. Wyzwalacz czasowy w tym projekcie pobiera ciąg sformatowany zgodnie z wymaganiami cron, aby określić, kiedy powinien zostać aktywowany. W tej konfiguracji jest on ustawiony do uruchamiania się, co 12 godzin (dwa razy dziennie). Wyzwalacze przesunięte są w czasie o 15 minut, dzięki czemu pompa za każdym razem wyłączy się po 15 minutach.

Dokładny opis składni plików konfiguracyjnych MudPi znaleźć można w dokumentacji. Zapoznanie się z nią pozwoli uzyskać więcej szczegółowych informacji. Po skonfigurowaniu MudPi można ponownie uruchomić oprogramowanie, informując supervisor o chęci ponownego uruchomieniu programu. W tym celu w terminalu wpisujemy: `sudo supervisorctl restart mudpi`

System MudPi powinien teraz ponownie załadować konfigurację i działać w tle, odczytując czujniki i nasłuchując zdarzeń w celu przełączenia przekaźników. Można sprawdzić, czy MudPi działa wpisując w terminalu: `sudo supervisorctl status mudpi`

MudPi będzie przechowywać pliki dziennika w katalogu */etc/mudpi/logs*. W przypadku problemów z działaniem MudPi, w pierwszej kolejności to w dzienniku szukać trzeba przyczyny awarii.

Po zakończeniu testów MudPi w docelowej konfiguracji, można zainstalować system w docelowej lokalizacji – szczelnej, wodoodpornej obudowie zainstalowanej w ogrodzie.

Listing 1. Plik konfiguracyjny oprogramowania do automatyzacji ogrodu dla opisywanej konfiguracji

```

{
  „name”: „MudPi”,
  „version”: 0.8,
  „debug”: false,
  „redis”: {
    „host”: „127.0.0.1”,
    „port”: 6739
  },
  „relays”: [
    {
      „pin”: 13,
      „normally_open”: true,
      „group”: „”,
      „name”: „Pump”,
      „topic”: „garden/pi/relays/1”,
      „tag”: „relay1”
    },
    {
      „pin”: 16,
      „normally_open”: true,
      „group”: „”,
      „name”: „Extra”,
      „topic”: „garden/pi/relays/2”,
      „tag”: „relay_extra”
    }
  ],
  „workers”: [
    {
      „type”: „sensor”,
      „sensors”: [
        {
          „pin”: 25,
          „is_digital”: true,
          „type”: „Humidity”,
          „name”: „dht”
        },
        {
          „pin”: 17,
          „is_digital”: true,
          „type”: „Float”,
          „name”: „float1”
        },
        {
          „pin”: 27,
          „is_digital”: true,
          „type”: „Float”,
          „name”: „float2”
        }
      ]
    }
  ],
  „triggers”: [
    {
      „type”: „time”,
      „key”: „turn_on_pump”,
      „name”: „Daily Pump 12 Hours”,
      „schedule”: „0 *12 * * *”,
      „actions”: [„turn_on_pump”]
    },
    {
      „type”: „time”,
      „key”: „turn_off_pump”,
      „name”: „Daily Pump Off”,
      „schedule”: „15 *12 * * *”,
      „actions”: [„turn_off_pump”]
    }
  ],
  „actions”: [
    {
      „type”: „event”,
      „name”: „Turn on Pump”,
      „key”: „turn_on_pump”,
      „action”: {„event”: „Switch”, „data”:1},
      „topic”: „garden/pi/relays/1”
    },
    {
      „type”: „event”,
      „name”: „Turn off Pump”,
      „key”: „turn_off_pump”,
      „action”: {„event”: „Switch”, „data”:0},
      „topic”: „garden/pi/relays/1”
    }
  ]
}

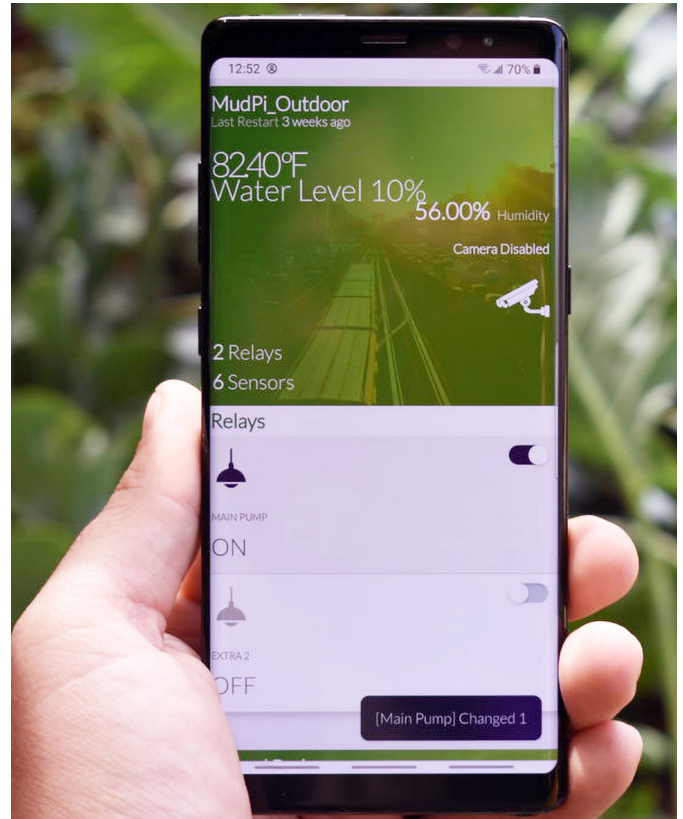
```

## Monitorowanie działania systemu

Gdy MudPi działa, można zastanawiać się nad sposobami monitorowania tego działania. Najłatwiejszym i najbardziej bezpośrednim sposobem jest monitorowanie pliku dziennika MudPi. Aby to zrobić, po zalogowaniu się do terminala należy wpisać:

```
tail -f /etc/mudpi/logs/mudpi.out.log
```

Inną opcją jest interfejs w postaci strony internetowej (fotografia 1). Obecnie MudPi nie jest wyposażony w pełnoprawny interfejs webowy,



Fotografia 1. Interfejs systemu

ale z łatwością można pobrać z Redisa z pomocą skryptów PHP stany czujników oraz innych komponentów. Dokładniej jak to zrobić opisano w dokumentacji projektu MudPi. Najnowsze odczyty czujników przechowywane są w polu Redisa pod nazwą lub opcją klucza ustawioną w pliku konfiguracyjnym. Korzystając z tego, można napisać prosty skrypt w PHP, który pobiera wartości z pól Redisa podczas ładowania strony i je wyświetla. Przy każdym odświeżeniu uzyskać można najnowsze dane.

Możliwe jest również nasłuchiwanie zdarzeń MudPi bezpośrednio przez Redisa. Jest to najlepsza opcja, aby otrzymywać aktualizacje dotyczące systemu w czasie rzeczywistym. Zdarzenia z Redisa odczytywać można bezpośrednio poprzez `redis-cli psubscribe '**`

## Podsumowanie

Autor konstrukcji poszedł jeszcze krok dalej i zaprojektował dedykowane dla systemu płytki drukowane. Nie jest to konieczne do budowy systemu, ale bardzo pomaga, jeżeli konstruuje się więcej niż jeden taki moduł. Są one również znacznie bardziej niezawodne. Generalnie MudPi nie wymaga żadnych niestandardowych płytek drukowanych, po prostu pomagają one w montażu urządzenia.

Ten zautomatyzowany system ogrodowy, można dowolnie rozbudowywać i skalować. Możliwe jest zbudowanie większej ilości takich urządzeń lub rozbudowanie pojedynczego układu. Więcej informacji na temat systemu znaleźć można na stronie projektu pod adresem <https://mudpi.app>. MudPi wciąż jest aktualizowane – dodawane są nowe funkcje i ulepszenia. Warto, zatem monitorować postępy w rozwijaniu aplikacji.

Nikodem Czechowski, EP

Źródło: <https://bit.ly/3aqlJcx>