Monitorowanie warunków w szklarni przy pomocy mikrokontrolera

Grzegorz Pietrzak (133329)
Piotr Twaróg (133395)

Kurs: Protokoły transmisji cyfrowych i systemy wbudowane, projekt
Prowadzący: dr inż. Jan Nikodem

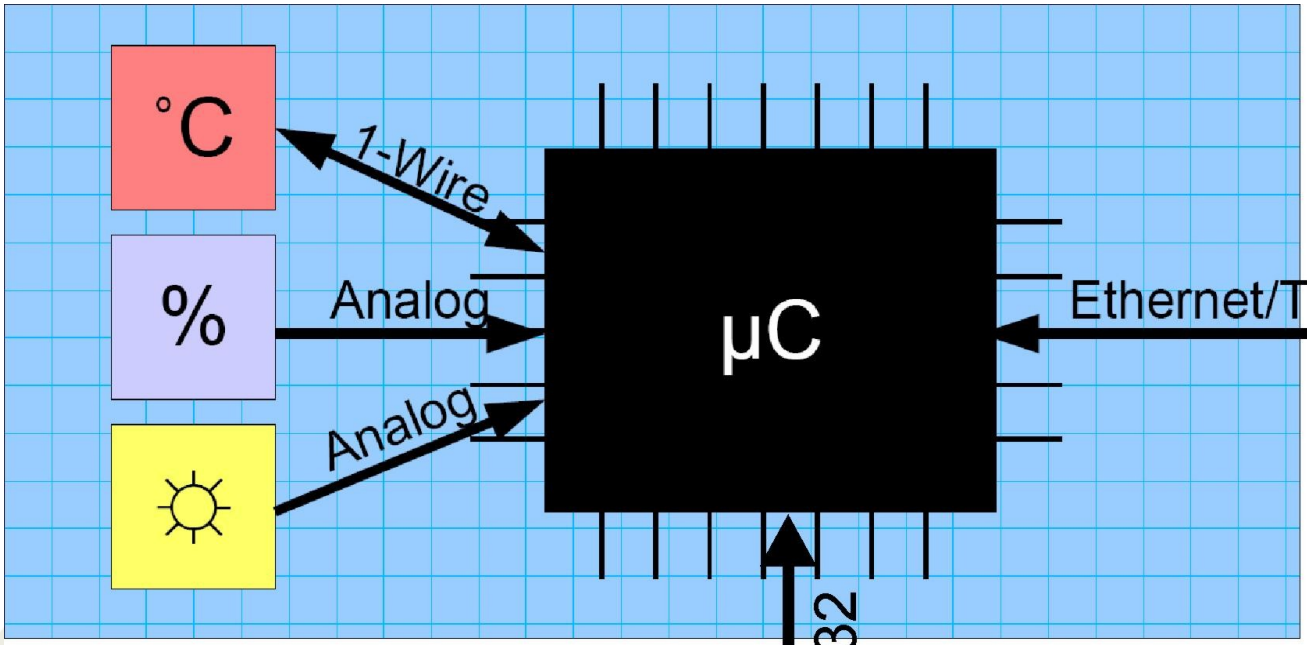
Wprowadzenie

Projekt składa się z dwóch zasadniczych części:

- Mikrokontrolera wraz ze znajdującymi się na nim czujnikami, potrafiącego komunikować się z urządzeniami zwracającymi wyniki pomiarów poprzez 1-Wire, RS-232 lub analogowo,
- Serwera HTTP odbierającego wyniki pomiarów od mikrokontrolera, wydającego za pośrednictwem PHP komendy dla poszczególnych urządzeń, prezentującego wszystkie odczytane wartości na stronie WWW.

Komunikacja pomiędzy serwerem WWW a mikrokontrolerem jest realizowana bezpośrednio, poprzez protokół HTTP (na serwerze znajduje się skrypt connect.php, służący do obsługi zapytań pochodzących od mikrokontrolera).

Schemat systemu



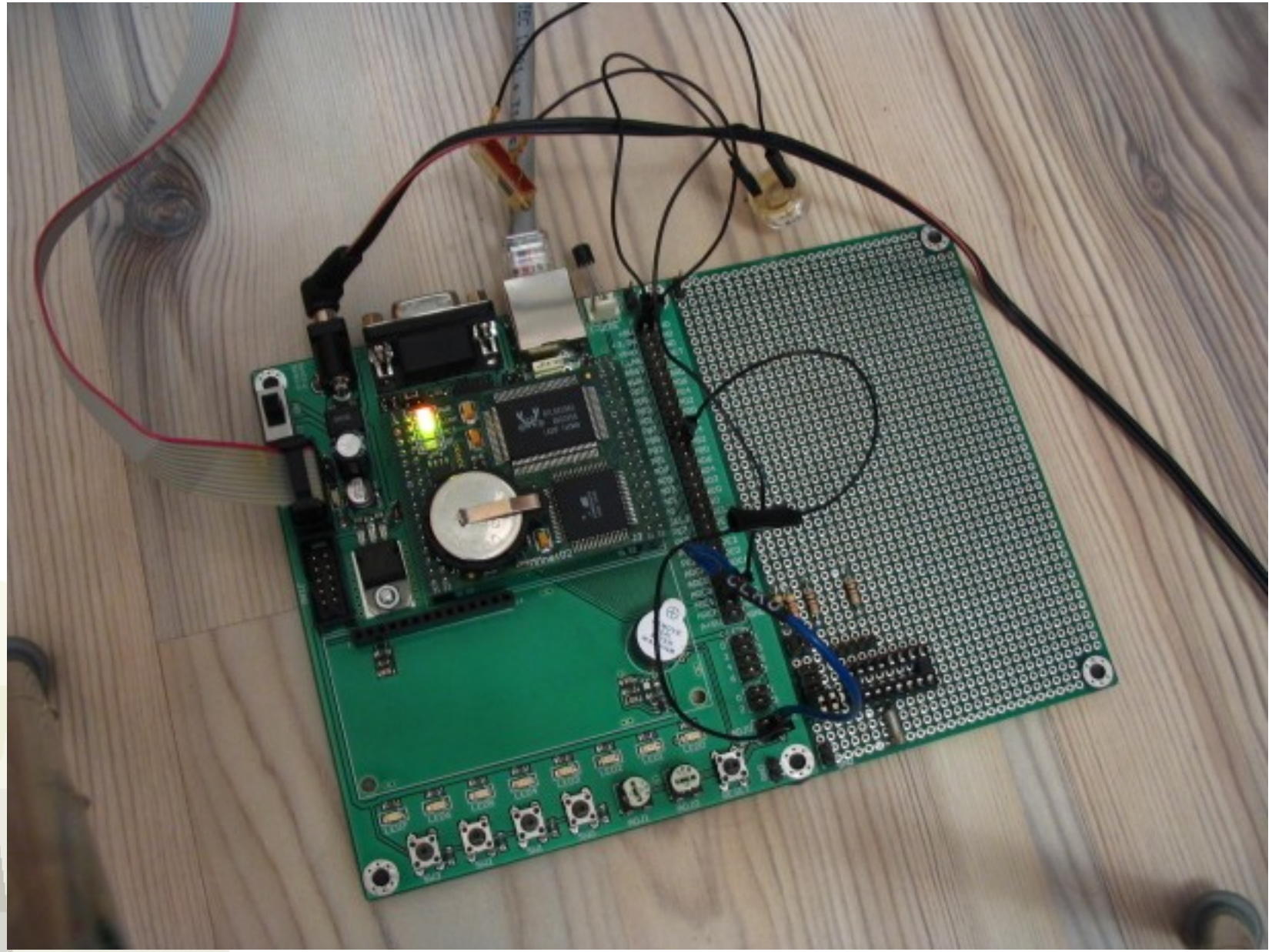
Ethernet/TCPIP

Sieć lokalna

Serwer HTTP

Czujnik z interfejsem szeregowym

Jak to działa?



Mikrokontroler

- Wykorzystany w projekcie mikrokontroler składa się z płyty ewaluacyjnej EVBnet02 z dołączonym modułem Mmnet02 firmy Propox. Całość działa pod kontrolą popularnego układu ATMega128.

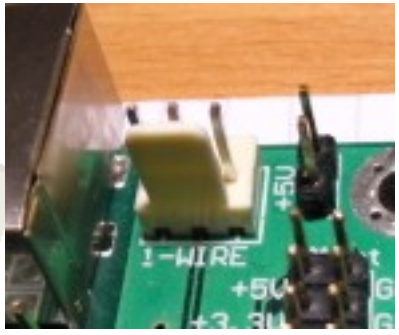
- Na płycie ewaluacyjnej znajduje się interfejs sieciowy RTL8019AS, magistrala 1-Wire oraz 8 kanałów konwertera analog-cyfra (z możliwością równoczesnego odczytu jednego).

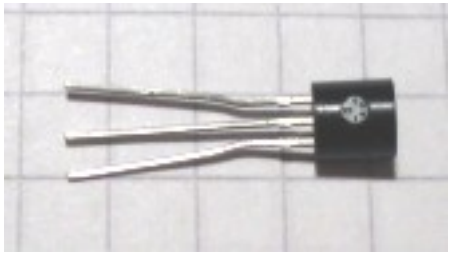
- Oprogramowanie mikrokontrolera działa pod kontrolą systemu operacyjnego Ethernut 4.4.0.

1-Wire

Płyta EVBnet02 posiada jedno wyprowadzenie 1-Wire, można do niego podłączyć równolegle niewielką liczbę urządzeń (ze względu na dzielenie między sobą jednego rezystora podciągającego). Protokół 1-Wire uwzględniający adresację poszczególnych termometrów jest dość skomplikowany, do jego obsługi napisaliśmy kilka funkcji niższego poziomu do zapisu/odczytu bitów, bajtów i buforów oraz wyższego poziomu do wyszukiwania urządzeń na magistrali oraz odczytywania wyników.

Liczba termometrów podłączonych do mikrokontrolera nie jest w żaden sposób ograniczona. Kolejne urządzenia zostaną rozpoznane, a wyniki ich pomiarów przekazane do komputera.

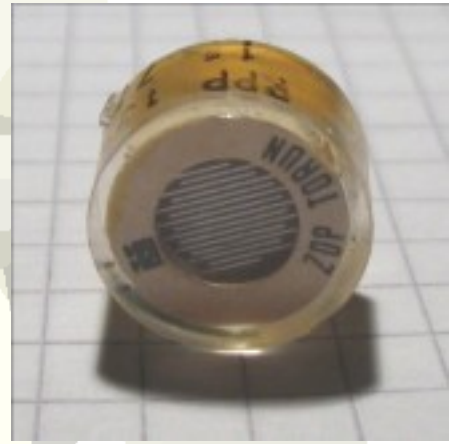


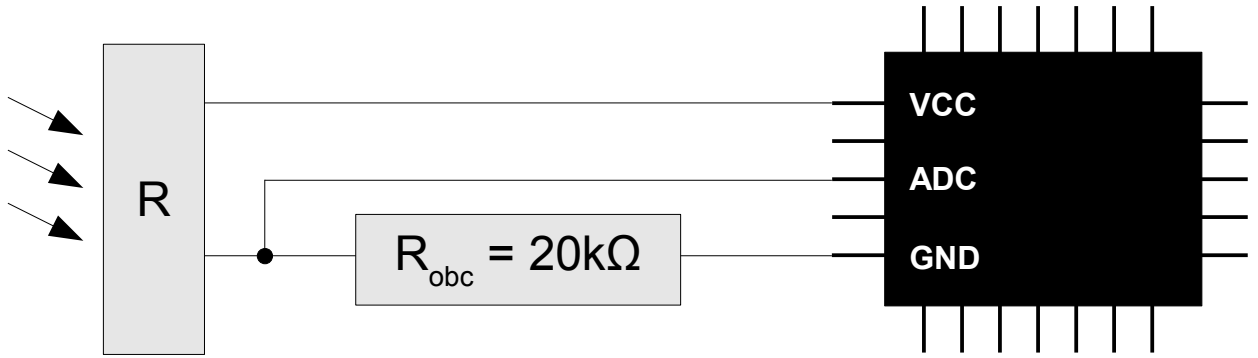


Czujnik światła

W charakterze detektora natężenia światła użyliśmy fotorezystora RPP 131. Aby uzyskać poprawny pomiar podłączyliśmy go przez dzielnik napięcia z rezystorem obciążającym regulowanym w przedziale od 1 do 20 kΩ.

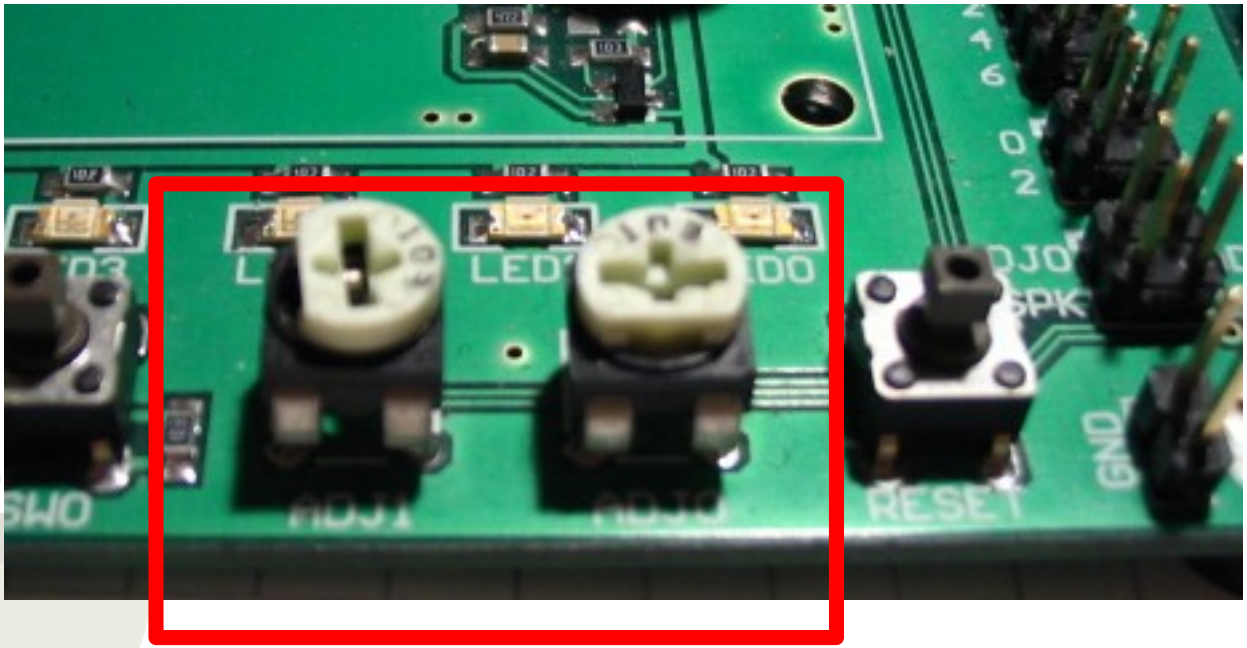
Niestety zakres fotorezystora to ok. 150 Ω dla silnego światła, 15 kΩ dla półmroku i ponad 2 MΩ dla całkowitej ciemności. Przy tak nieliniowej charakterystyce trudno dobrać właściwe obciążenie. Przyjęliśmy, że będzie to 20 kΩ – w takiej konfiguracji układu stracimy możliwość odróżniania stopni ciemności, ale zyskamy dokładność w określaniu stopnia nasłonecznienia.





Czujnik wilgotności

W chwili obecnej nie posiadamy jeszcze czujnika wilgotności, aby umożliwić kontynuację projektu tymczasowo użyliśmy w miejsce czujnika potencjometru regulującego napięcie w zakresie 0..5 V. Potencjometr jest integralną częścią płyty EVBnet02, wystarczy podłączyć go do portu ADC*n* mikrokontrolera.



Komunikacja z komputerem

Komunikacja mikrokontrolera z komputerem odbywa się poprzez Ethernet. Wykorzystujemy tu standardowe gniazdka TCP, łącząc się z serwerem HTTP, znajdującym się pod określonym w konfiguracji adresem. Protokół jest tekstowy, komendy i odpowiedzi mają format tagów XML.

Wybór XML wiąże się z powszechnością narzędzi i bibliotek służących do jego obsługi, a także ze skalowalnością zbudowanego na jego podstawie protokołu (dołożenie np. nowych czujników nie będzie wymagało żadnych znaczących zmian w sposobie przesyłania informacji).

Komunikacja z komputerem

Architektura:

- Serwerem HTTP jest komputer, a mikrokontroler jest klientem
- Mikrokontroler w pamięci EEPROM posiada zapisane własny adres IP, maskę IP, adres IP bramy oraz adres serwera, można je zmienić przez RS-232
- W momencie uruchomienia programu oraz w czasie, gdy nie będzie posiadał żadnych zadań do wykonania, mikrokontroler będzie wysyłał do komputera komunikat typu „zapytanie”, w którym będzie się odmeldowywał.
- Natychmiast po otrzymaniu i analizie komunikatu typu „odpowiedź”, przekazującego zestaw zadań do wykonania, mikrokontroler wyśle „zapytanie” informujące o gotowości do pracy

Przesyłane komunikaty

```
<request [time="CZAS"]>
        [<command type="ds18b20" [name="NAZWA"] [n="ILE"]/>]
        [<command type="adc0" [name="NAZWA"] [n="ILE"]/>]
        [<command type="adc1" [name="NAZWA"] [n="ILE"]/>]
        [<command type="rs232" [name="NAZWA"] [baud="PRĘDKOŚĆ"]
[byte="BITÓW NA ZNAK"] [parity="PARZYSTOŚĆ"] [stop="BITÓW STOPU"]
[control="TYP KONTROLI"] [clearbuffer="{yes|no}"] length="ILE
BAJTÓW"> ŁAŃCUCH BAJTÓW DO WYSŁANIA </command>]
        [<stayready/>]
</request>
```

Znacznik „request” przenosi informację o zadaniach, które serwer zleca klientowi. W komunikacie nie jest obecny identyfikator mikrokontrolera, ponieważ HTTP zapewnia komunikację dwupunktową, a oba końce połączenia zostały określone przy jego nawiązywaniu przez µC. Znacznik zawiera jeden parametr, informujący, po jakim czasie wyniki zadania mają zostać wysłane do serwera (w komunikacie „results”) oraz zapytania zagnieżdżone, opisujące każde zadanie.

Przesyłane komunikaty

```
<results mc="KOD IDENTYFIKACYJNY">
      **<result type="ds18b20" [name="NAZWA"] rom="ADRES ROM">
TEMPERATURA W °C </result>**
      *<result type="adc0" [name="NAZWA"]> POTENCJAL Z KONWERTE-
RA ADC </result>*
      *<result type="adc1" [name="NAZWA"]> POTENCJAL Z KONWERTE-
RA ADC </result>*
      [<result type="rs232" [name="NAZWA"] [buffered="ILE BAJTÓW
Z BUFORA"] length="ILE BAJTÓW"> ŁAŃCUCH BAJTÓW ODEBRANYCH
</result>]
</results>
```

Znacznik „results” wysyła klient i przekazuje w nim wyniki zleconego przez serwer zadania. W znaczniku zawarty jest kod identyfikacyjny mikrokontrolera, oraz, w oddzielnych znacznikach zagnieżdżonych, wyniki wszystkich zadanych pomiarów lub odebrany z portu szeregowego ciąg bajtów.

Przesyłane komunikaty

```
<ready mc="KOD IDENTYFIKACYJNY"/>
```

Znacznik „ready” jest informacją o gotowości mikrokontrolera do pracy i służący do nawiązywania połączenia. Znacznik zawiera parametr, którym jest kod identyfikujący mikrokontroler.

```
<repeat/>
```

Znacznik „repeat” niesie rozkaz powtórzenia zadania, którego wynik został właśnie przesłany w komunikacie „results”, na który „repeat” jest odpowiedzią

```
<acknowledge/>
```

Znacznik „acknowledge” jest potwierdzeniem odbioru komunikatu z wynikami, nie definiującym żadnego nowego zadania do wykonania.

Interfejs www

- Strona internetowa prezentująca wyniki pomiarów została napisana w oparciu o technologie **XHTML**, **CSS**, **PHP** i **MySQL**. Za warstwę prezentacji odpowiada system szablonów Smarty.
- Działanie strony przetestowaliśmy na płatnym koncie hostingowym, a także na serwerze Apache 2.2.4, uruchomionym pod kontrolą systemu Windows. Wymagane oprogramowanie dodatkowe to PHP 5 oraz MySQL 5.
- Wybór wspomnianych technologii został podyktowany zarówno ich **powszechnością** (są dostępne praktycznie na każdym serwerze WWW), **przejrzystym procesem programowania**, **dostępnością dokumentacji** oraz **względami ekonomicznymi** (jedynie baza MySQL jest płatna dla zastosowań komercyjnych)

GREENHOUSE monitor

Strona główna | Warunki w szklarniach | Konfiguracja | Pomoc | English | Polski

Wybierz szklarnię

- Wszystkie szklarnie
  - Alhambra
    - Wilgotność
    - Nasłonecznienie
    - Temperatura powietrza
    - Temperatura ziemi
    - Temperatura wody
  - Almeria [1]

Gdzie jestem? Wszystkie szklarnie > Alhambra > Temperatura powietrza

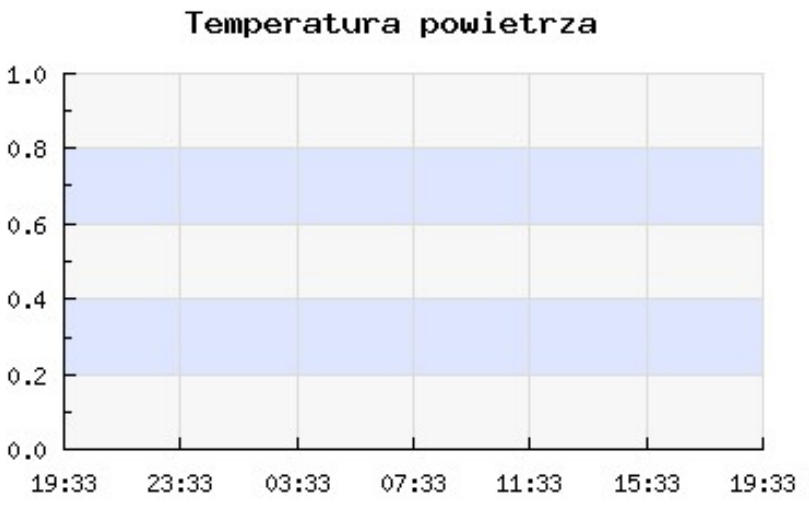
Temperatura powietrza

- **Aktualny pomiar:** 21.50 °C
- **Aktualny pomiar pobrano:** 2007-12-01 22:31:34
- **Trend [1 pomiar]:** ▼
- **Trend [20 pomiarów]:** ▼
- **Pomieszczenie:** Alhambra (Pomidor uprawny, *Lycopersicon esculentum*)
- **Dozwolony zakres:** 23-43 °C
- **Stan:** **wartość za mała o 1.50 °C**

Historia pomiarów

Wartość	Data
21.50 °C	2007-12-01 22:31:34
22.00 °C	2007-12-01 21:31:34
22.60 °C	2007-12-01 20:31:34
23.10 °C	2007-12-01 19:31:34
23.70 °C	2007-12-01 18:31:34
24.10 °C	2007-12-01 17:31:34
25.00 °C	2007-12-01 16:31:34
25.50 °C	2007-12-01 15:31:34
25.30 °C	2007-12-01 14:31:34
26.70 °C	2007-12-01 13:31:34

starsze >



6 h | 12 h | 24 h

© Grzegorz Pietrzak, Piotr Twaróg, 2007

Prezentacja pomiarów

Pojedynczy pomiar zapisany jest w strukturze zawierającej zmierzoną wartość (float) oraz znacznik czasowy (z dokładnością co do sekundy).

Nazwa	Wartość	Trend 1p	Trend 20p	Data pomiaru
Temperatura powietrza	26.5 °C	▼	▼	2007-11-26 17:17:45

Użytkownik ma możliwość zobaczenia najnowszych pomiarów ze wszystkich czujników, najnowszych pomiarów w obrębie jednej szklarni oraz historii pomiarów z danego czujnika. Z racji, iż przechowujemy w bazie danych pełną historię pomiarów, jesteśmy w stanie odtworzyć trendy, według których zmieniają się poszczególne wartości. Na powyższym obrazku niebieskie strzałki skierowane w dół oznaczają spadek temperatury w stosunku do ostatniego pomiaru oraz ostatnich 20 pomiarów.

Prezentacja szklarni

Użytkownik może zobaczyć wartości mierzonych parametrów w obrębie jednej ze szklarni (zakładając model jedna szklarnia – jeden mikrokontroler), klikając w menu jej nazwę. Dla gości przeglądających stronę www przewidziany został opis szklarni oraz nazwa hodowanego w niej gatunku roślin.

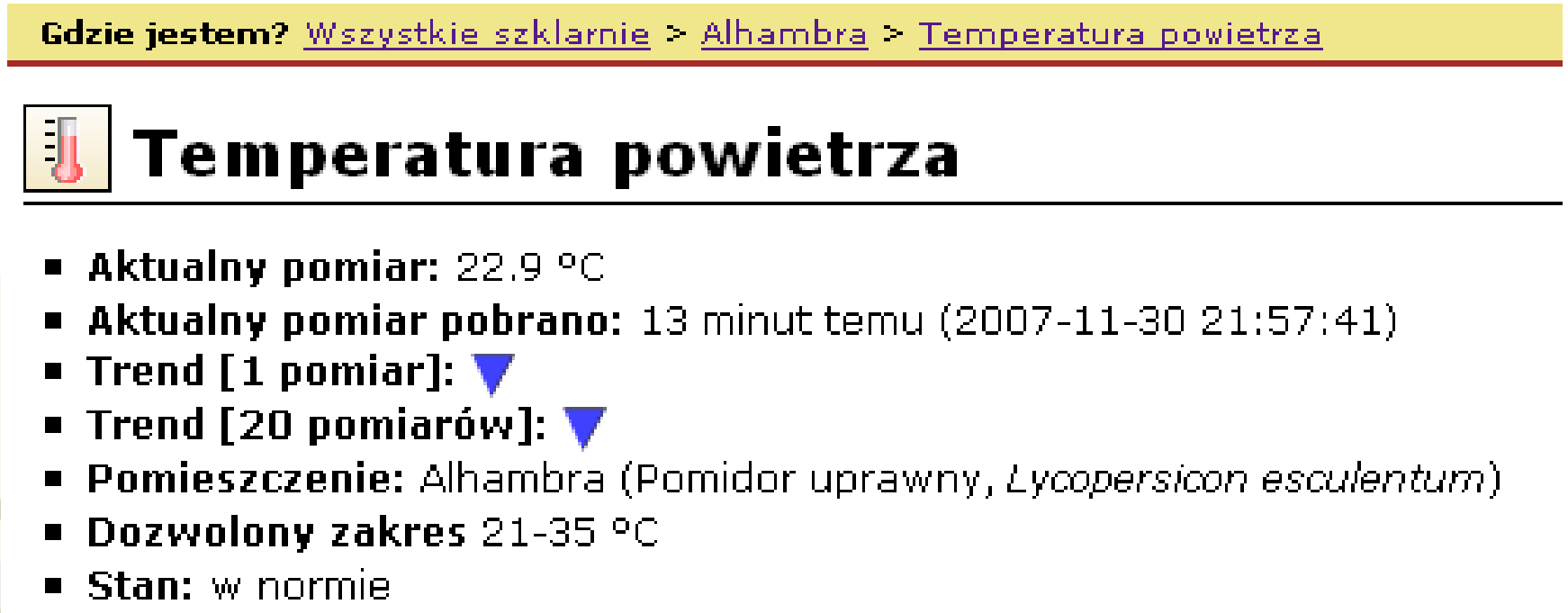
Alhambra

- **Hodowla:** Pomidor uprawny (*Lycopersicon esculentum*)
- **Opis:** W tej szklarni hodujemy pomidory (*Lycopersicon esculentum*), mamy ok. 30 krzewów

Nazwa	Wartość	Trend 1p	Trend 20p	Data pomiaru
Temperatura powietrza	25.0 °C	=	=	2007-11-28 20:04:30
Temperatura ziemi	19.5 °C	▼	▼	2007-11-28 16:44:03
Temperatura wody	17.0 °C	▲	▼	2007-11-26 17:04:34
Wilgotność	8.3 %	▲	▼	2007-11-26 17:05:47
Nasłonecznienie	2.9 lx	▲	▼	2007-11-26 17:07:50

Prezentacja czujnika

Każdy czujnik ma dedykowaną stronę, na której można przeglądać szczegóły dotyczące ostatniego pomiaru. Jeśli odczytana ostatnio wartość nie mieści się w zdefiniowanym wcześniej przedziale, wyświetlone zostaje ostrzeżenie.



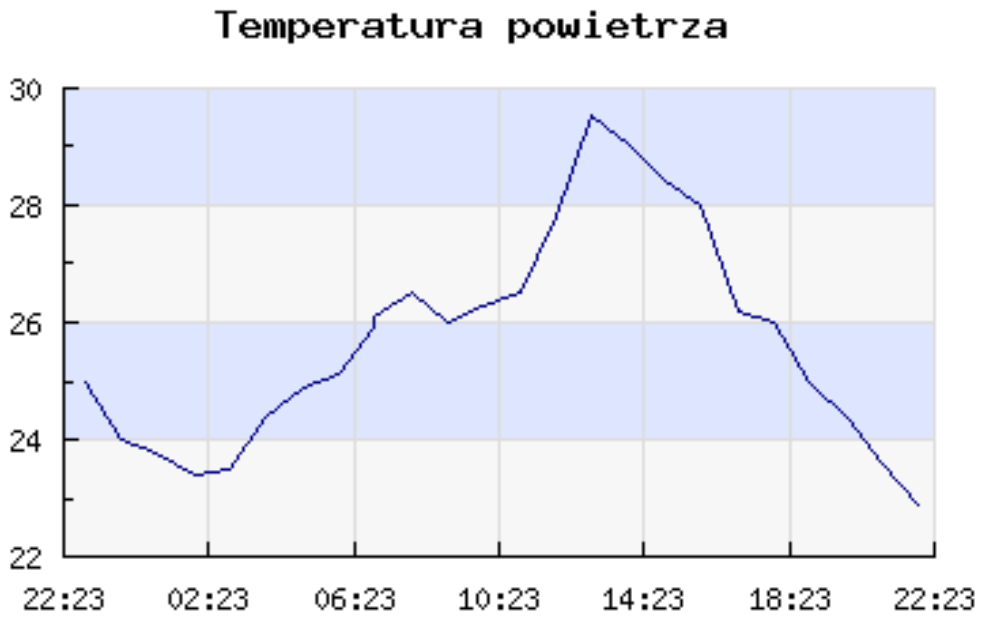
Prezentacja czujnika

Na stronie czujnika możliwe jest również przeglądanie historii pomiarów oraz wygenerowanie wykresu z wartościami odczytanymi w ciągu 6, 12 i 24 godzin.

Historia pomiarów

Wartość	Data
22.90 °C	26 minut temu
23.60 °C	2007-11-30 20:57:41
24.40 °C	2007-11-30 19:57:41
25.00 °C	2007-11-30 18:57:41
26.00 °C	2007-11-30 17:57:41
26.20 °C	2007-11-30 16:57:41
28.00 °C	2007-11-30 15:57:41
28.40 °C	2007-11-30 14:57:41
29.00 °C	2007-11-30 13:57:41
29.50 °C	2007-11-30 12:57:41

starsze >

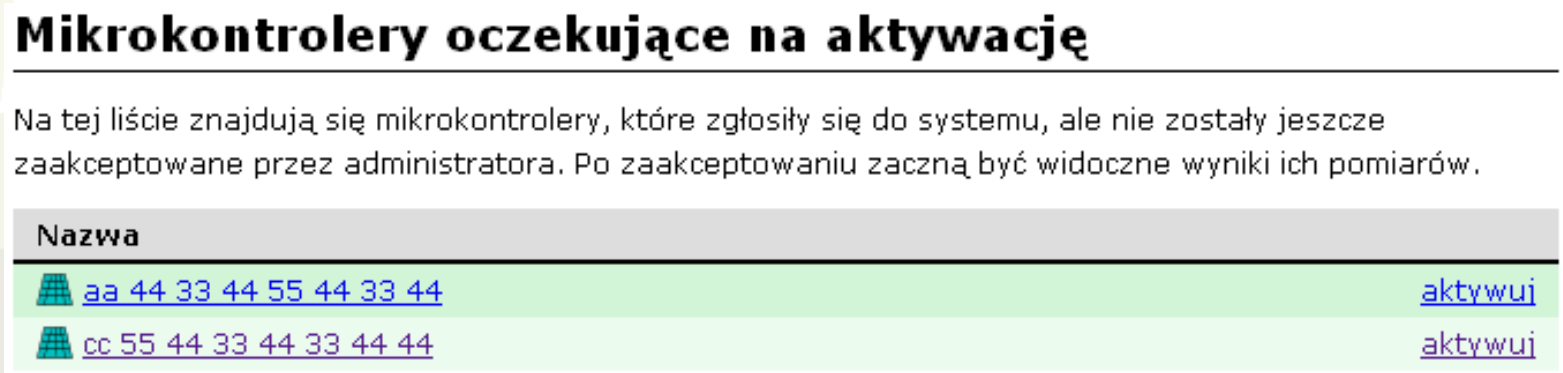


6 h | 12 h | 24 h

Konfiguracja

W celu ułatwienia administratorom korzystania z systemu zdecydowaliśmy się na udostępnienie możliwości konfiguracji mikrokontrolerów i czujników z poziomu strony www.

Nowe mikrokontrolery są automatycznie wykrywane, aby rozpocząć pomiar z umieszczonych na nich czujników należy dokonać procedury aktywacji. Każdy z mikrokontrolerów jest identyfikowany poprzez swój adres MAC (ze względu na jego unikalność w skali Internetu)



Aktywacja mikrokontrolera

Aktywacja mikrokontrolera wymaga podania kilku danych, w tym nazwy szklarni w której się znajduje, typu uprawianych roślin oraz krótkiego opisu pojawiającego się podczas przeglądania wyników

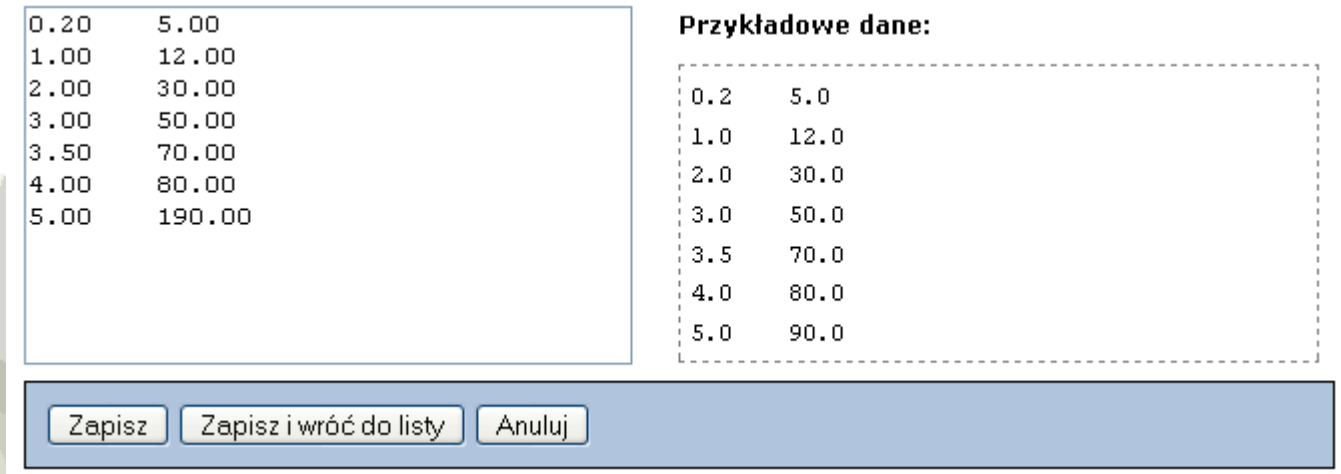
Typy urządzeń

Użytkownik może definiować typy urządzeń pomiarowych (typ = np. fotorezystor RP 131, termometr Dallas 18B20 itp.). Sensory dodawane do mikrokontrolerów w ramach konfiguracji są „instancjami” zdefiniowanych tu urządzeń.

Kalibracja urządzeń

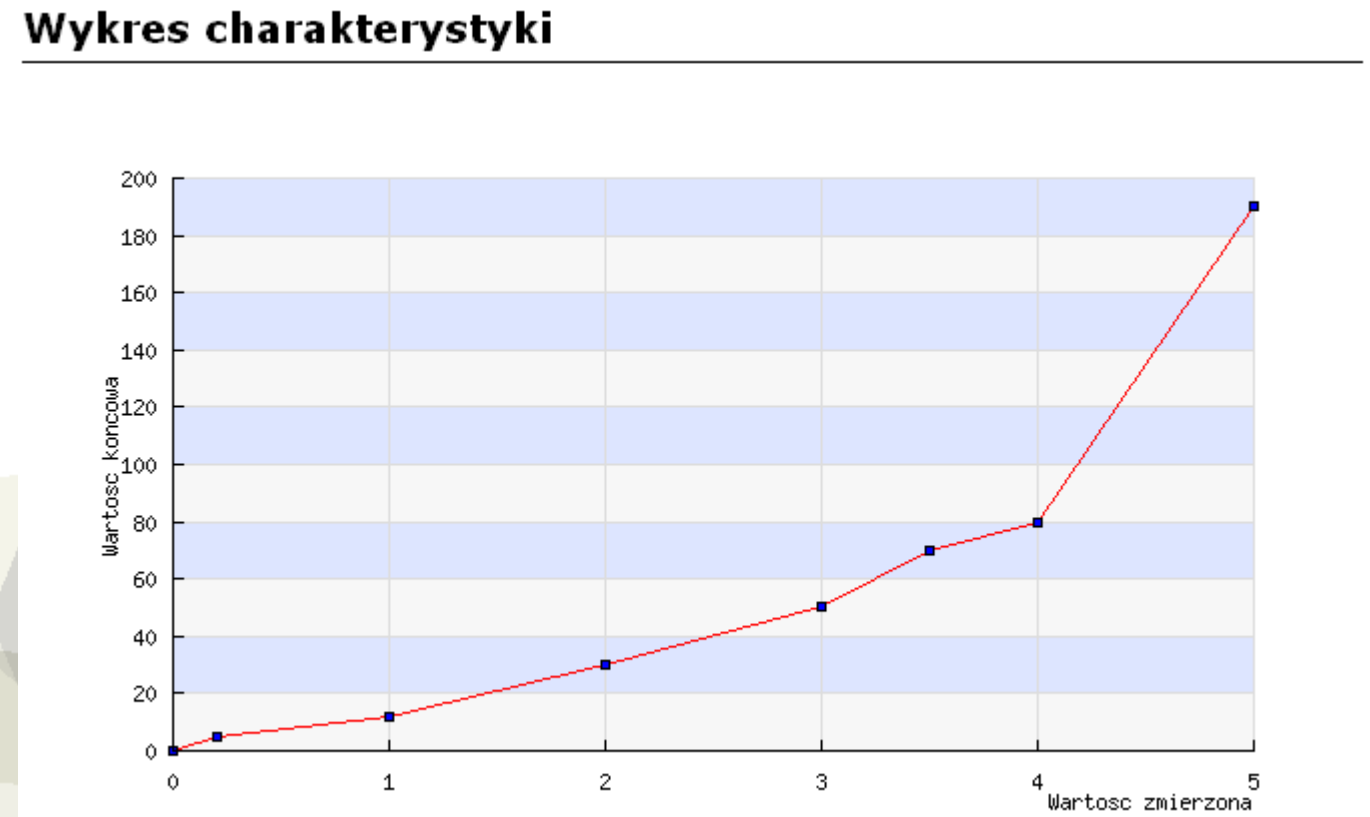
Ze względu na fakt, że zwracane przez konwerter analog-cyfra wartości zapisywane są w bazie danych w postaci napięcia, na odpowiednim wejściu ADC przy wyświetlaniu wyników musi być dokonana konwersja.

Użytkownik wprowadza do odpowiedniego pola tekstowego ciąg znaków, w którym każdy kolejny wiersz oznacza nowe przypisanie wartości końcowej do wartości zmierzonej:



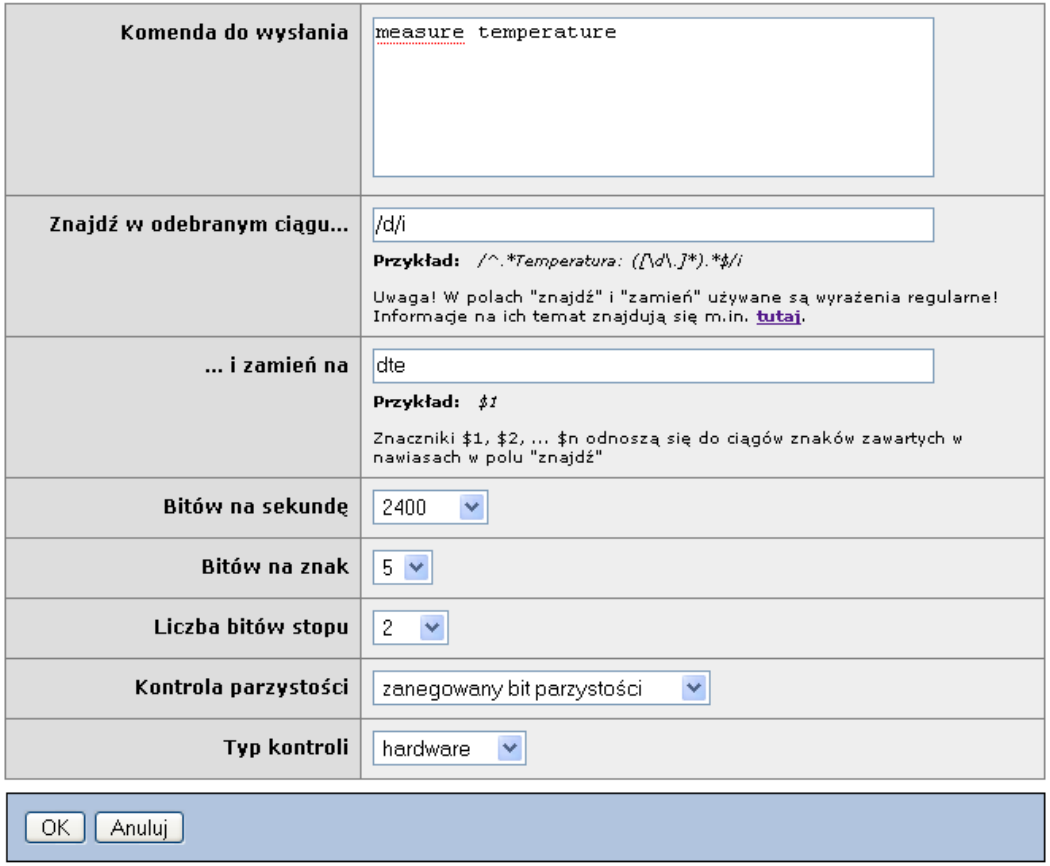
Kalibracja urządzeń

Poszczególne punkty charakterystyki zostaną połączone linią prostą – nie jest to rozwiązanie idealne, aczkolwiek jego dokładność można dowolnie polepszać zwiększając liczbę wprowadzanych punktów:



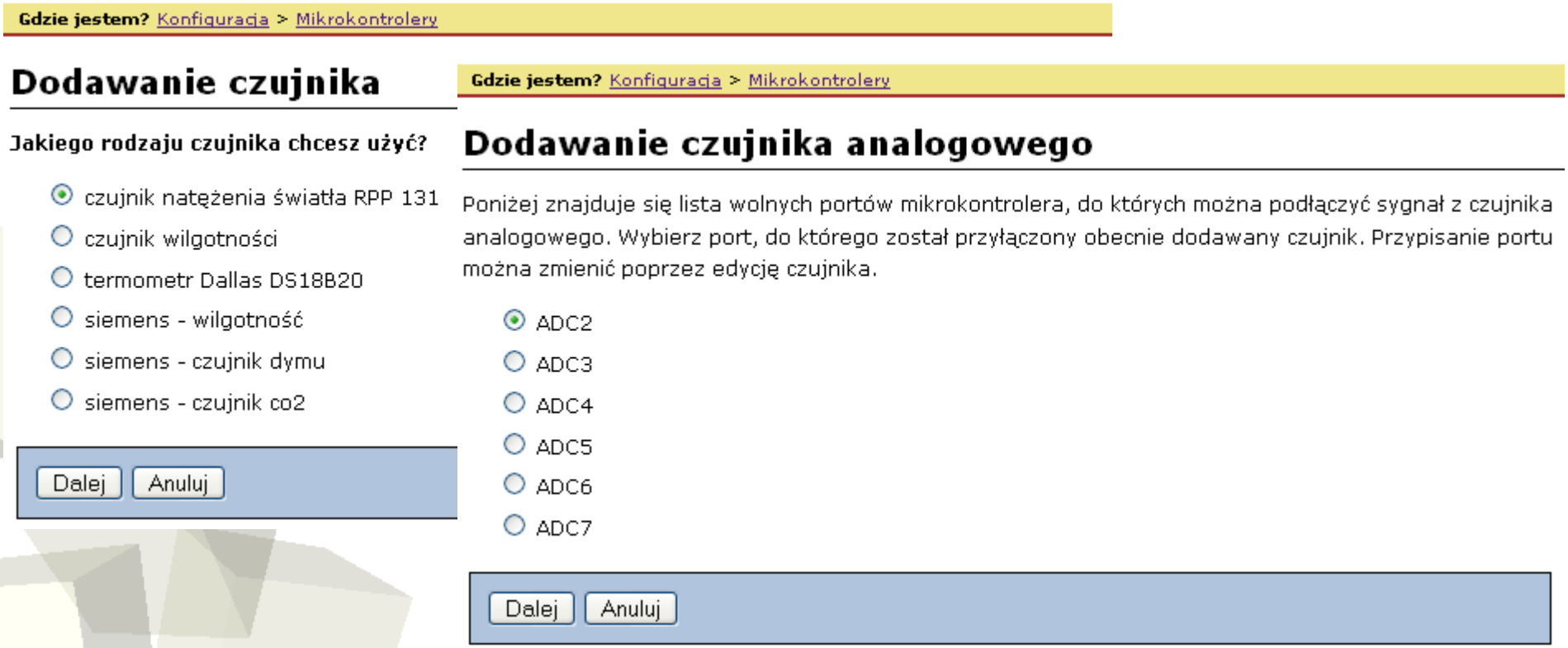
Urządzenia RS-232

Zbudowany przez nas system posiada możliwość tunelowania komunikatów poprzez internet do portu RS-232 umieszczonego na mikrokontrolerze, a następnie odebranie wyniku. W tym celu zapewniony został odpowiedni interfejs konfiguracyjny:



Dodawanie sensorów

Administrator może zdefiniować czujniki podłączone do danego urządzenia określając ich interfejs (1-Wire/ADC/RS-232) oraz typ (zgodnie z poprzednimi slajdami). Do dodawania czujników służy wizard, prowadzący użytkownika krok po kroku:



Edycja danych

W ramach konfiguracji można edytować dane dotyczące szklarni, czujników oraz typów urządzeń pomiarowych. Interfejs służący do edycji jest niemal taki sam, jak interfejs do dodawania – ułatwia to poruszanie się po stronie.