

ĆWICZENIE 5

WPLYW KONWEKCJI NA ROZKŁAD TEMPERATURY W POMIESZCZENIU

Cel ćwiczenia.

Celem ćwiczenia jest badanie rozkładu temperatur w pomieszczeniu oraz określenie wpływu czynników zaburzających.

Zakres wymaganych wiadomości.

Definicja zjawiska konwekcji, znajomość sposobów ogrzewania pomieszczeń oraz typowe rozkłady temperatur, sposób działania układu Arduino, rodzaje czujników pomiaru temperatury.

Opis ćwiczenia.

Aparatura pomiarowa

- urządzenie do akwizycji danych i sterowania elementami wykonawczymi (1)
- zestaw pięciu cyfrowych czujników temperatury (2) umieszczonych na kolumnie (3),
- żarówka (4) oraz wentylator (5), także zamontowanych na kolumnie pomiarowej,
- okablowanie do łączenia kolumny z kartą akwizycji,
- komputer PC (6) z zainstalowanym oprogramowaniem do komunikacji z kartą akwizycji.

Opis układu pomiarowego

System bazuje na platformie Arduino [1]. Jest to niewielka płytka drukowana, zawierająca mikrokontroler 8-bitowy z rodziny AVR Atmega oraz niezbędne obwody zasilania, programowania i komunikacji, wraz z szeregiem złączy uniwersalnych. W celu zabezpieczenia układu przed uszkodzeniem został on umieszczony na drugiej płycie, zawierającej elementy zabezpieczające wejście układu jak i ułatwiające wielokrotne połączenie i rozłączenie Arduino z czujnikami temperatury oraz przekaźnikami.

W systemie zastosowano cyfrowe czujniki temperatury typu DS18B20 [2], komunikujące się z Arduino za pomocą magistrali 1-Wire. Każdy czujnik jest podłączony do osobnej szyny danych, choć możliwe jest umieszczenie wielu czujników na jednej, wspólnej szynie, multipleksowanej w dziedzinie czasu.

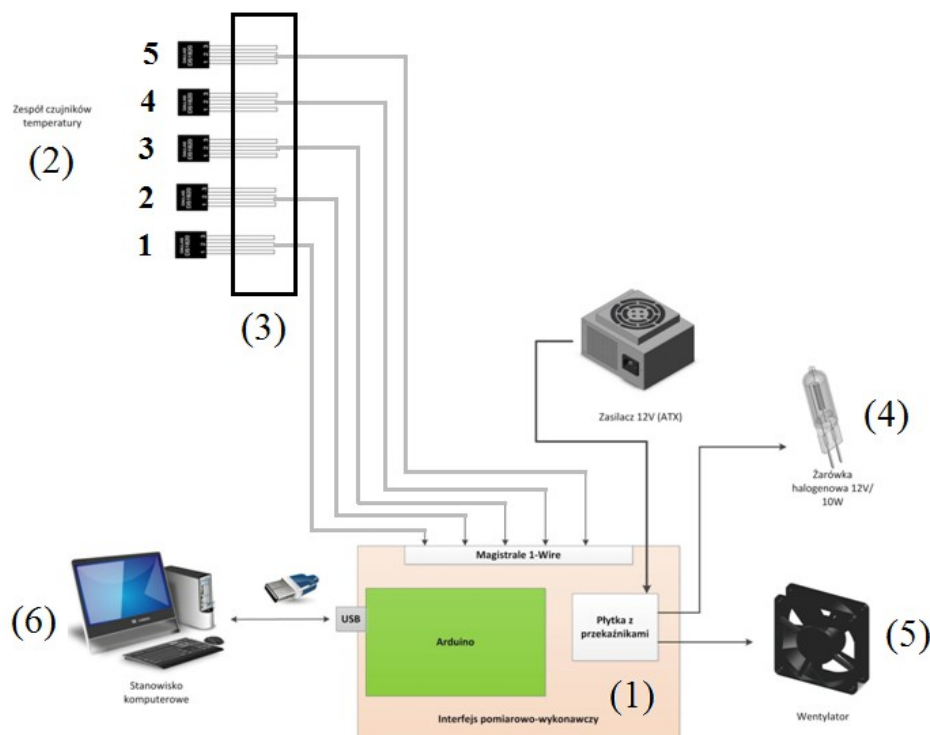
Oprogramowanie sterujące pracą układu, zostało napisane w dedykowanym środowisku IDE Arduino. W ćwiczeniu jest ono wykorzystywane do komunikacji z płytką za pomocą portu szeregowego COMx (gdzie x – numer portu w systemie Windows, domyślnie 4).

Zadaniem mikrokontrolera jest periodyczny (domyślnie co 10 sekund) odczyt stanu czujników temperatury, a także sterowanie wentylatorem, stosownie do ostatnio wykonanego pomiaru.

Ustawienie układu pomiarowego

Przed włączeniem zasilania, należy połączyć za pomocą kabla kartę akwizycji danych z odpowiednimi gniazdami mini-jack, znajdującymi się na kolumnie pomiarowej. Gniazda po obydwu stronach są oznaczone cyframi od 1 do 5 i należy dopilnować, by nie zamienić żadnego z kanałów.

Następnie należy podłączyć zestaw za pomocą kabla USB-B do portu USB komputera. Połączenie to zapewnia zasilanie układów elektronicznych systemu, jak również komunikację z terminalem komputera. Schemat blokowy stanowiska pomiarowego przedstawiono na rys.1.

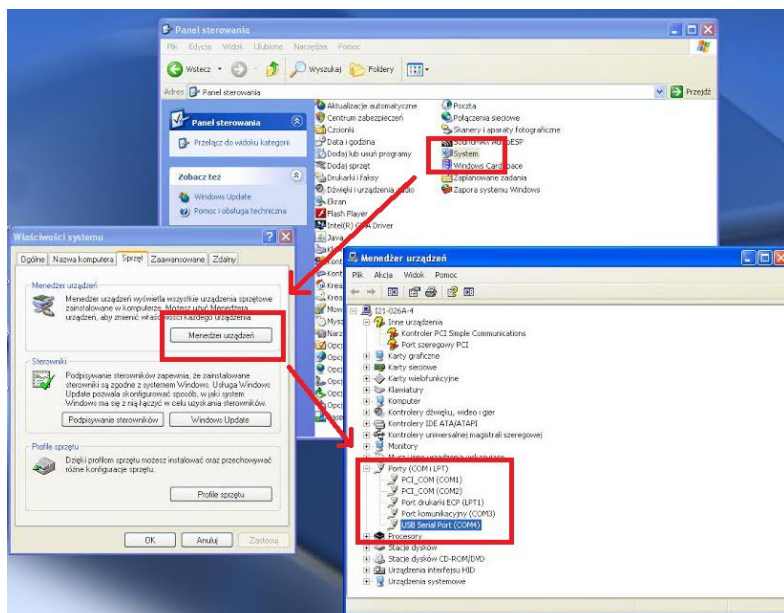


Rys. 1. Schemat blokowy układu pomiarowego

Konfiguracja środowiska Arduino IDE

Przed rozpoczęciem ćwiczenia należy się upewnić, że poprawne są ustawienia środowiska IDE. W tym celu należy:

- sprawdzić dostępność portu szeregowego (*Panel Sterowania systemu Windows* → *System* → *Sprzęt* → *Menedżer Urządzeń* → *Porty (COM i LPT)* → *USB Serial Port (COMx)*, gdzie *i* – numer portu), rys.2.



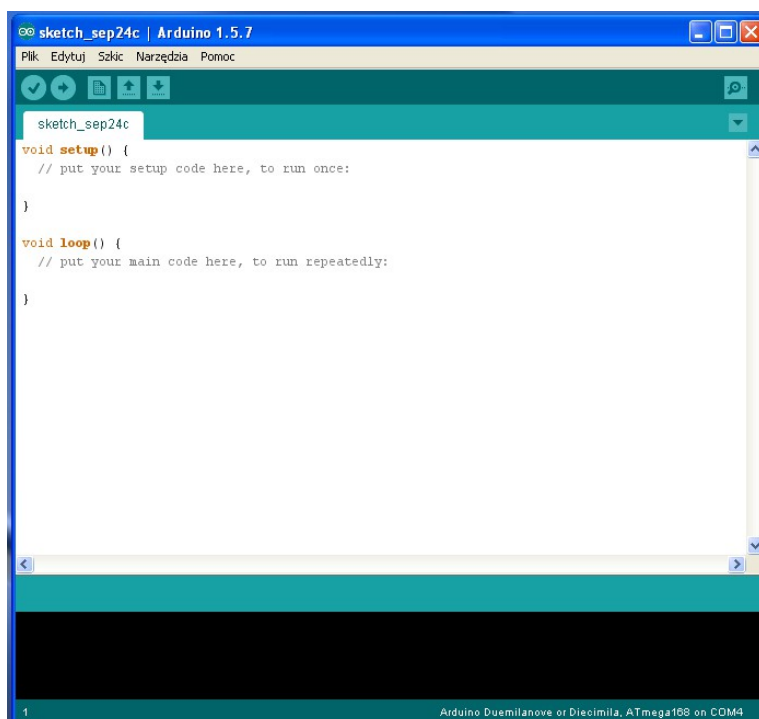
Rys. 2. Sprawdzanie dostępności portu szeregowego

- (b) pobrać kod źródłowy programu ze strony: <http://www.biomodel.pwr.edu.pl/dydaktyka>.
- (c) rozpakować pobrany plik arduino.rar
- (d) uruchomić, z poziomu Pulpitu, środowisko Arduino za pomocą ikony, patrz rys.3.



Rys. 3. Ikona programu Arduino widoczna z poziomu Pulpitu

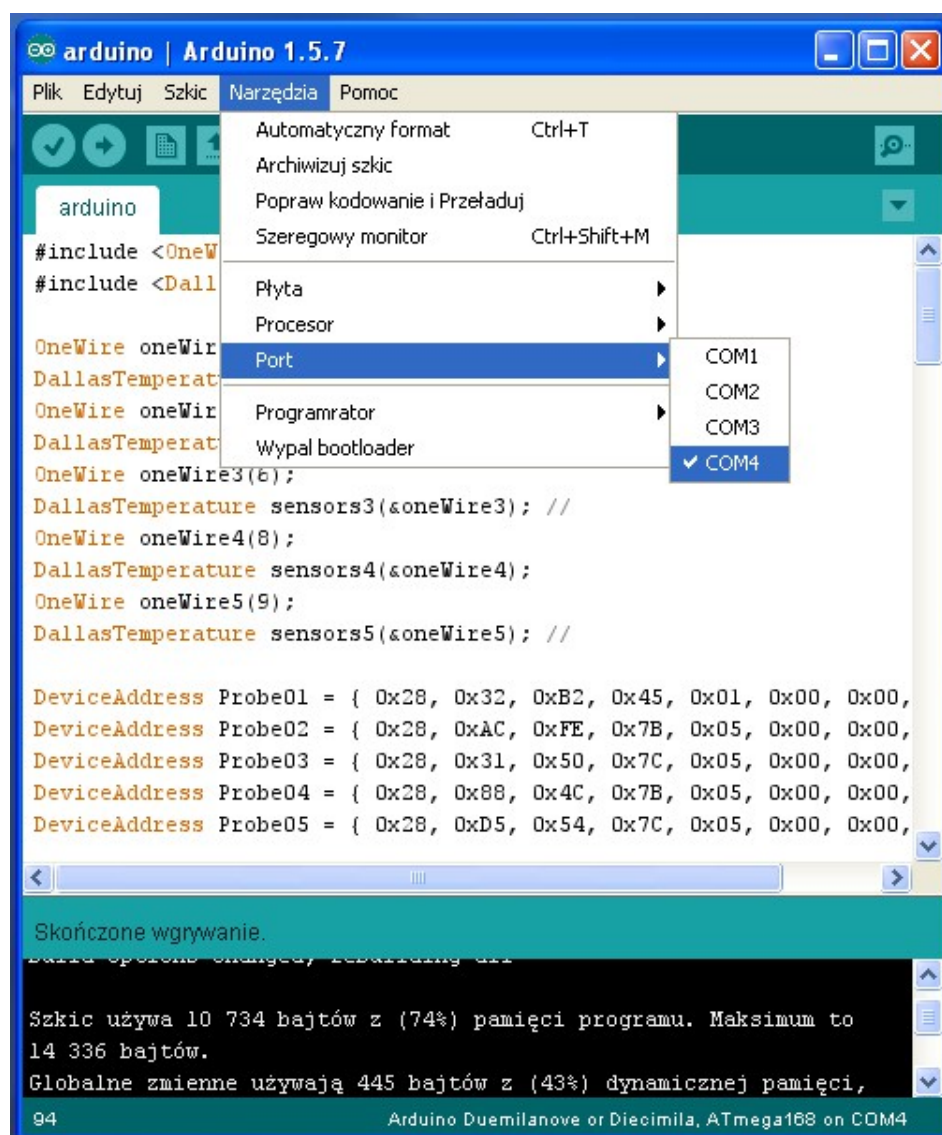
- (e) Po otwarciu środowiska Arduino pojawi się okno z domyślnym początkiem programu (funkcje void loop() oraz void setup()), rys.4.



Rys. 4. Domyślny program widoczny w środowisku Arduino

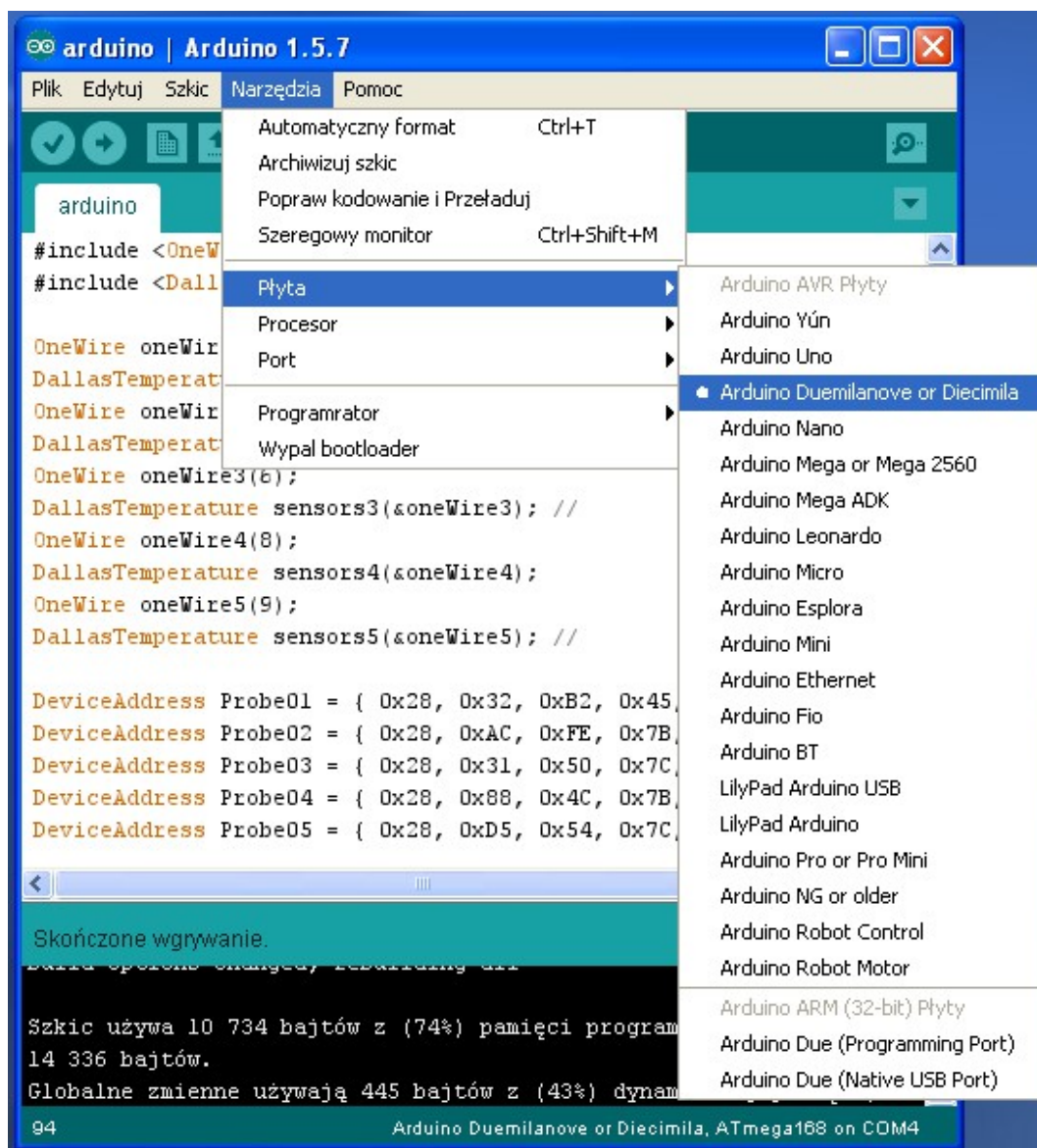
Należy usunąć cały kod i wkleić w jego miejsce zawartość pobranego i rozpakowanego pliku. Tak utworzony plik (zwany w nomenklaturze Arduino szkicem - ang. *sketch*) należy zapisać w samodzielnie utworzonym folderze, zawierającym nazwiska członków grupy, rozdzielone znakiem „_” (bez polskich znaków).

(f) sprawdzić poprawność wyboru właściwego portu szeregowego w środowisku Arduino (Narzędzia → Port → COMx – numer musi być zgodny z punktem (a)), rys.5



Rys. 5. Sprawdzanie poprawności portu z poziomu programu Arduino

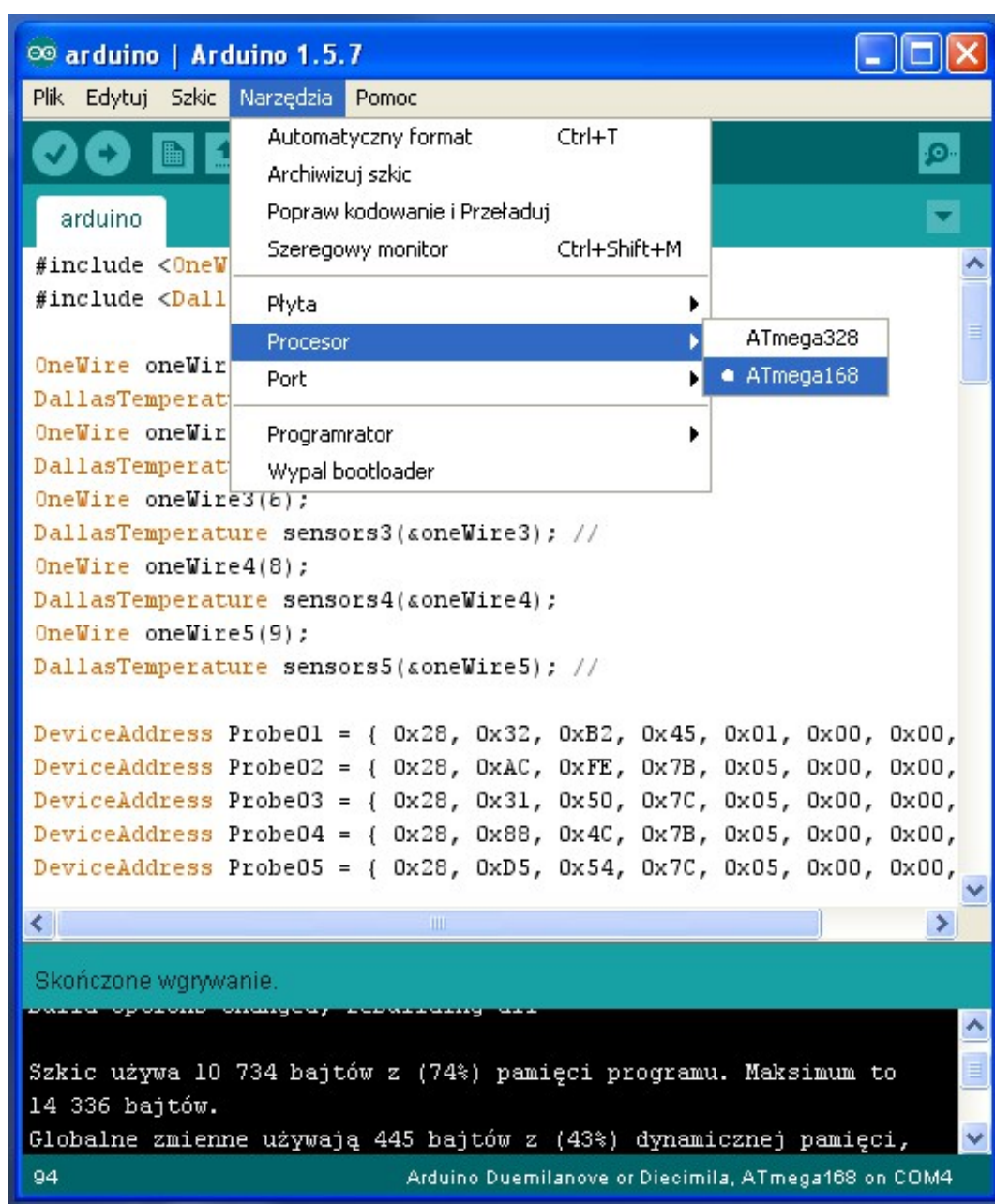
(g) sprawdzić wybór platformy uruchomieniowej (*Narzędzia* → *Płyta* → *Arduino Duemilanove or Diecimila*)¹, rys.6.



Rys. 6. Wybór platformy uruchomieniowej

¹ Ponieważ Arduino jest produktem włoskim, także nazwy poszczególnych płytek powinny być wymawiane poprawnie w tym języku. Należy zatem czytać: <Duemilanowe> oraz <Diecimila>)

(h) sprawdzić wybór procesora (*Narzędzia* → *Procesor* → *Atmega168*), rys.7.



Rys. 7. Wybór procesora

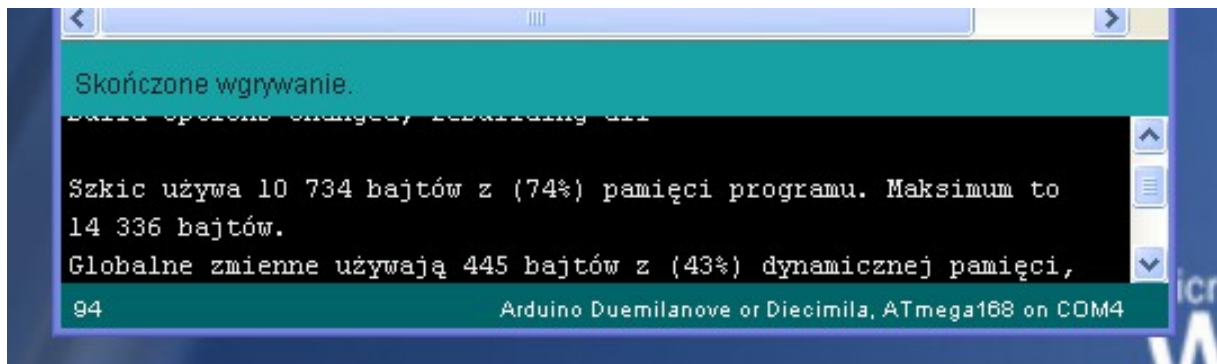
UWAGA: Nie należy zmieniać ustawień w Panelu Sterowania ani przestawiać parametrów portu szeregowego. W razie problemów należy odłączyć kabel USB i włączyć ponownie. System powinien od razu wykryć odpowiednie urządzenie i wskazać je na zaktualizowanej liście Menedżera Urządzeń.

Uruchamianie programu arduino

Po zweryfikowaniu wszystkich ustawień programu Arduino 1.5.7 należy sprawdzić poprawność programu *arduino.ino*. W tym celu należy kliknąć przycisk *Zweryfikuj* – 

Wynik działania operacji pojawi się w dolnej części okna. Jeżeli kompilacja przebiegnie bez błędów (które w tym środowisku wyświetlane są kolorem pomarańczowym), program poda ilość pamięci mikrokontrolera, jaką zajmie wsad maszynowy procesora, rys.8.

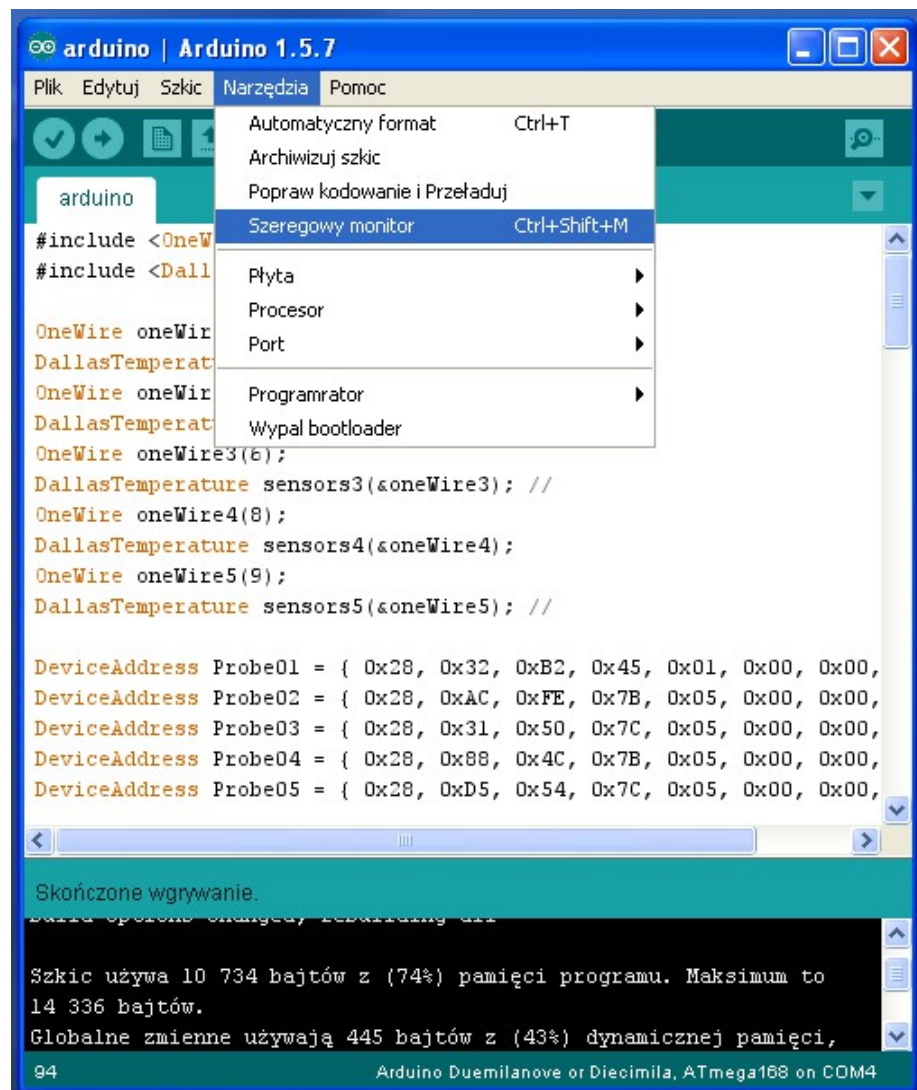
Następnie należy wgrać program do mikrokontrolera, wybierając przycisk *Wgraj* – . Należy odczekać, aż nad oknem powiadomień pojawi się napis *Skończone wgrywanie*.



Rys. 8. Weryfikacja programu adruino

UWAGA! Nie wolno pod żadnym pozorem przerywać komunikacji komputer-Arduino podczas procesu wgrywania programu do pamięci flash (w szczególności przez wyciągnięcie kabla USB z gniazda), gdyż może to skutkować uszkodzeniem procesora.

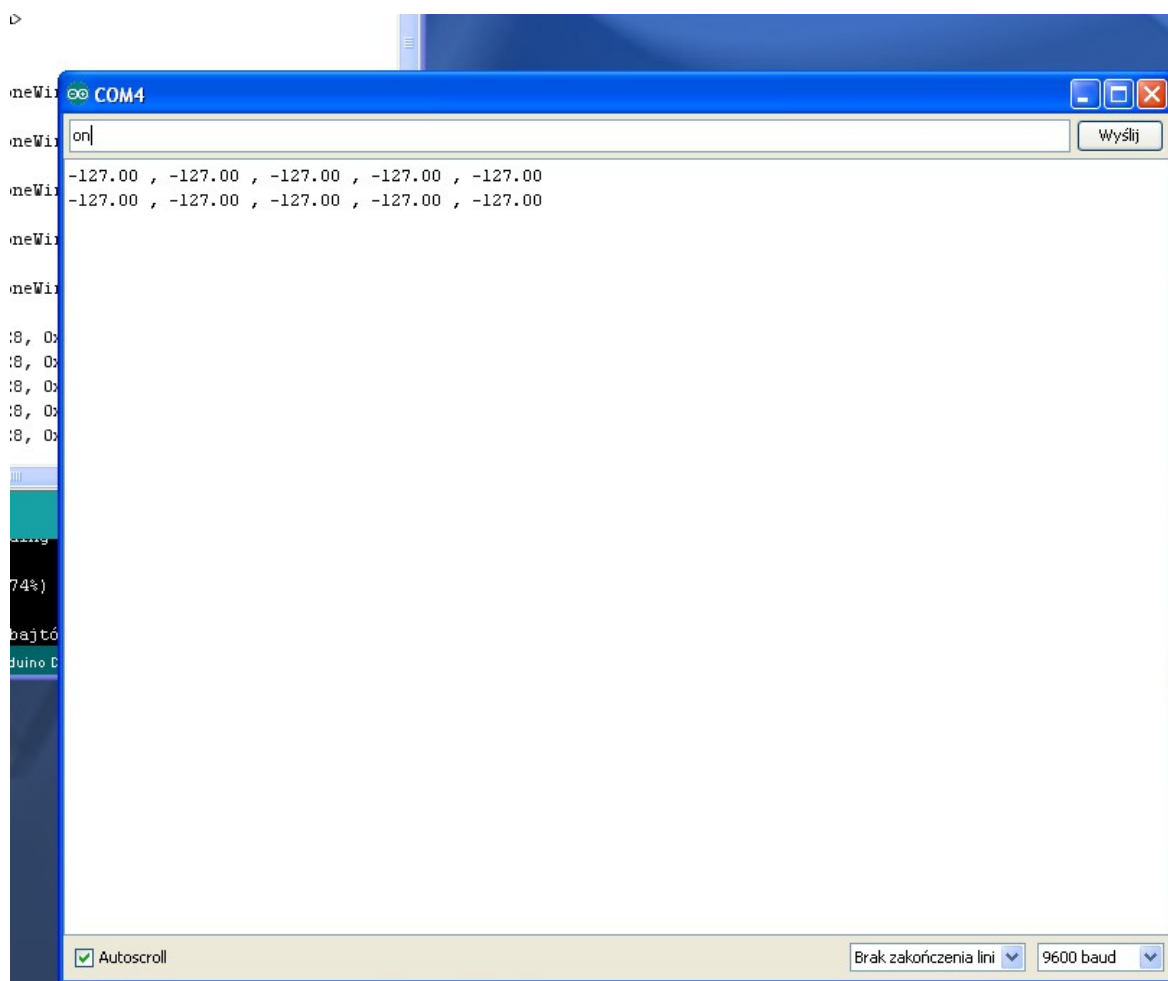
Po pomyślnym wgraniu programu, płytką jest gotowa do użycia. Aby nawiązać komunikację z Arduino, należy wybrać opcję *Narzędzia* → *Szeregowy monitor*, dostępną w menu środowiska IDE.



Rys. 9. Ustawianie komunikacji komputer-Arduino

W oknie terminala, co 10 sekund (jeżeli nie zmieniono zapisu w kodzie źródłowym), rys.10, będą pojawiały się kolejne wyniki pomiarów temperatury, w kolejności:

Kanał 1, kanał 2, kanał 3,... itd.



Rys. 10. Terminal z przykładowymi wynikami pomiarów

Aby włączyć przełącznik sterujący żarówką, należy wpisać w polu tekstowym w górnej części terminala, polecenie:

on

zaś aby wyłączyć przełącznik:

off.

Naciśnięcie przycisku *Wyślij* (lub klawisza Enter) spowoduje nadanie komunikatu przez port szeregowy do płytki Arduino. Przy najbliższym odczycie czujników, komunikat zostanie zinterpretowany, a przełącznik zostanie ustawiony stosownie do treści komunikatu. Należy zwrócić uwagę, by nie dodawać ani nie zmieniać żadnych znaków w komunikacie – płytka reaguje wyłącznie na *on* i *off*, pisane małymi literami.

Po zgromadzeniu odpowiedniej ilości wyników pomiarowych, należy zaznaczyć zawartość całego okna terminala, a następnie przekopiować ją do programu Microsoft Excel, zmieniając przy okazji formatowanie danych (jako separator zastosowano przecinek „, ”).

Sterowanie programem arduino

Poniżej opisano najważniejsze fragmenty kodu z pliku *arduino.ino* odpowiedzialne za sterowanie żarówką oraz wentylatorem:

- test czy odebrano poprawną komendę dla żarówki

```
if (input == "on")
{
  digitalWrite(11, HIGH); // on
}
else if (input == "off")
{
  digitalWrite(11, LOW); // off
}
```

- podanie wartości (przybliżonej) opóźnienia głównej pętli (jest to okres próbkowania)

```
delay(4950);
```

- funkcja „termostatu”, w tym: zaznaczony na czerwono – warunek włączenia wentylatora; zaznaczony na niebiesko – warunek wyłączenia wentylatora

```
diff = ch3-ch2;
if(diff > 2){
  digitalWrite(12, HIGH);

} else if(diff < -2){
  digitalWrite(12, LOW);
}
```

Przebieg ćwiczenia i opracowanie wyników.

1. Zmierzyć wysokość położenia czujników temperatury.
2. Zmierzyć pionowy rozkład temperatury w pomieszczeniu.
3. Zmierzyć rozkład temperatur uwzględniając wpływ bliskości źródła ciepła.
4. Zmierzyć rozkład temperatur uwzględniając wpływ źródła zimnego powietrza (np. otwarte okno).
5. Zbadać wpływ żarówki na proces konwekcji oraz możliwości jej chłodzenia za pomocą wentylatora.
6. Znaleźć graniczne wartości różnicy temperatur pomiędzy czujnikami 2 i 3 regulującą pracę wentylatora.
7. Określić znaczenie wpływu źródeł ciepła i zimnego powietrza na proces konwekcji.
8. Sprawdzić stabilność temperatury na różnych wysokościach w pomieszczeniu laboratoryjnym.
9. Ocenić wpływ punktowego źródła ciepła na lokalny rozkład temperatur.

Literatura

[1] Opis urządzenia AVT 5272 – instrukcja pochodzi ze strony:

<http://serwis.avt.pl/manuals/AVT5272.pdf> (data pobrania 28.09.2014)

[2] Instrukcja działania czujnika temperatury „DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer” – instrukcja pochodzi ze strony:

<http://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf> (data pobrania 28.09.2014)

**Instrukcję opracował mgr inż. Artur Wrona oraz Przemysław Musz pod opieką dr
hab. Krystiana Kubicy.**

Ewentualne uwagi proszę kierować na adres e-mail: artur.wrona@pwr.edu.pl