



**FIRMA INNOWACYJNO
-WDROŻENIOWA**

Koszyce Małe, ul. Źródlana 8

33-111 Koszyce Wielkie

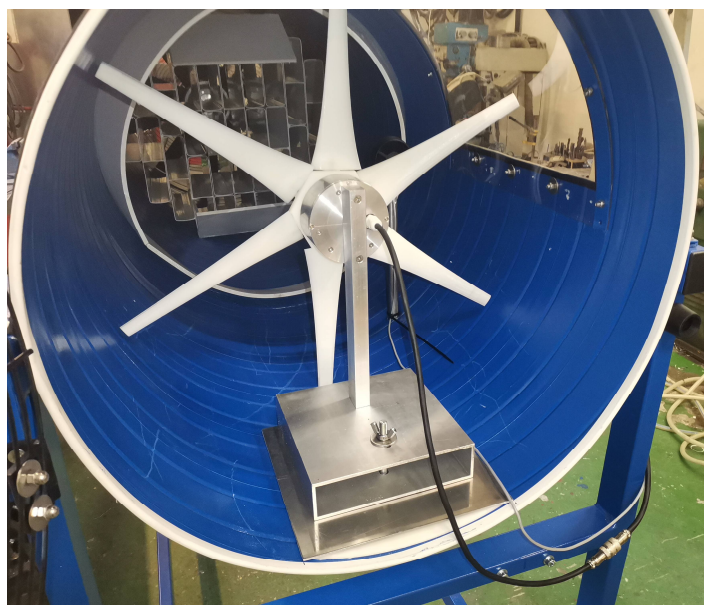
tel.: 0146210029, 0146360117, 608465631

fax.: 0146210029, 0146360117

mail: biuro@elbit.edu.pl

www.elbit.edu.pl

**STANOWISKO DO BADANIA TURBIN
WIATROWYCH
268.0.0.0000**



Spis treści

Spis treści	2
Opis techniczny	3
Działanie urządzenia	4
Sterowanie	7
Modele turbin	10
Turbina pozioma	10
Turbina Savoniusa	12
Turbina Darrieusa	14
Turbina okrągła	16
Oprogramowanie	17
Dokumentacja towarzysząca	22

Opis techniczny

Podstawowe dane stanowiska:

Parametry ogólne

Waga stanowiska	ok. 130kg
Wymiary (długość X głębokość X wysokość)	250 x 95 x 165cm

Instalacja elektryczna

Napięcie znamionowe	230 VAC
Zasilanie	jednofazowe
Długość kabla zasilającego	ok. 4.5m
Moc stanowiska	1.8kW
Zewnętrzna temperatura pracy:	0÷40°C
Wilgotność:	do 50%

Pomiary:

Zakres pomiaru napięcia:	0÷50V
Rozdzielczość pomiaru napięcia:	0.1V
Zakres pomiaru prądu:	5A
Rozdzielczość pomiaru prądu:	0.01A
Zakres pomiaru mocy:	250W
Rozdzielczość pomiaru mocy:	0.1W
Rozdzielczość pomiaru prędkości:	0.1m/s
Rozdzielczość pomiaru prędkości obrotowej:	10 obr/min

UWAGA!

W urządzeniu występują wysokie napięcia. Podczas pracy należy zachować szczególną ostrożność, a każdy przypadek niewłaściwego działania należy zgłaszać do producenta.

Należy zachować szczególną ostrożność podczas pracującej turbiny i nie zbliżać się do wirujących śmigieł.

Podczas pracy z urządzeniem należy używać okularów ochronnych. Drobne części wessane przez wentylator mogą spowodować uszkodzenie wzroku.

Działanie urządzenia

Stanowisko służy do przeprowadzania doświadczeń związanych z turbinami wiatrowymi oraz do określania ich charakterystyk.

Stanowisko składa się z układu napędowego w postaci wysokowydajnego wentylatora wraz z falownikiem i układami sterującymi, dwumetrowego tunelu aerodynamicznego wraz z prostownicą i kierownicą do kształtowania strumienia powietrza oraz wymiennych turbin wiatrowych.

Wszystkie parametry pracy turbiny, takie jak prędkość obrotowa, wytwarzane napięcie prąd i moc są opomiarowane i transmitowane do dedykowanej aplikacji w komputerze gdzie mogą być zapisane w postaci pliku Exela.

W tunelu aerodynamicznym znajduje się anemometr - czujnik prędkości wiatru. W projekcie wykorzystano oryginalny anemometr turbinkowy z ręcznego czujnika prędkości wiatru. Położenie czujnika jest nieprzypadkowe. Czujnik ten można wymontować z uchwytu i dokonywać pomiarów prędkości wiatru w dowolnym punkcie tunelu, a także poza nim.

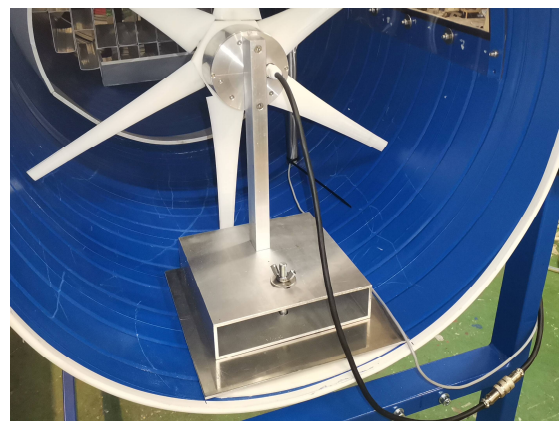


Jako generator wiatru wykorzystano przemysłowy wentylator wraz z falownikiem. Za wentylatorem umieszczono prostownicę rurowiązkową służącą do zmniejszenia rotacji powietrza za wentylatorem oraz kierownice służącą do wyrównania rozkładu przepływu w tunelu. Zastosowane rozwiązania powodują w miarę równomierny i stabilny rozkład przepływu powietrza.



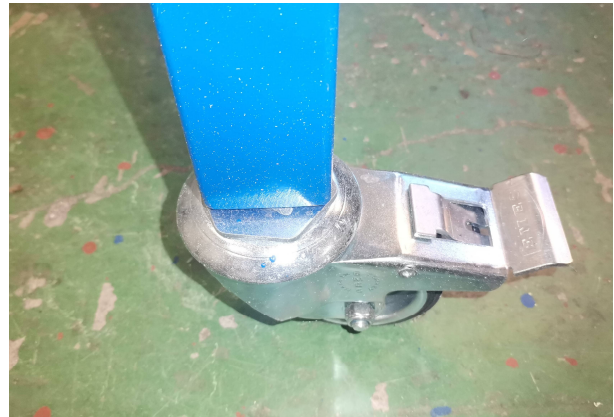
Badane turbiny wiatrowe mocowane są w końcowym odcinku tunelu, na specjalnym stoliku. Tunel w tym miejscu posiada wbudowane okno do obserwacji działania badanych turbin. Zdjęcie obok.

Turbinę montuje się na zamontowanym znormalizowanym stoliku poprzez przykręcenie jedną śrubą motylkową. Wszystkie dostarczone turbiny zbudowane są z wykorzystaniem identycznego generatora wolnoobrotowego. Turbiny dostarczane są z metrowym odcinkiem przewodu. Podłącza się go do przewodu umieszczonego w końcowej części tunelu. Zdjęcie obok.



Wlot i wylot turbiny zabezpieczone są metalową kratką. Podczas pracy stanowiska osłony te powinny być zawsze zamknięte, a otwarcie osłony tylnej może nastąpić tylko przy wyłączonym silniku i zatrzymanej turbinie.

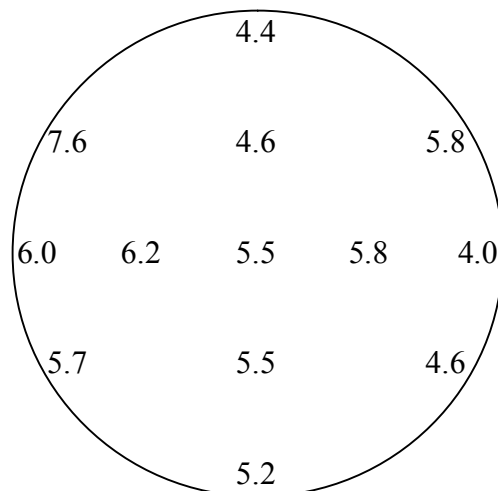
Stanowisko zostało wykonane jako mobilne, posadowione na kółkach z blokadami. Zdjęcie obok. Podczas pracy wszystkie hamulce kół powinny być bezwzględnie zablokowane.



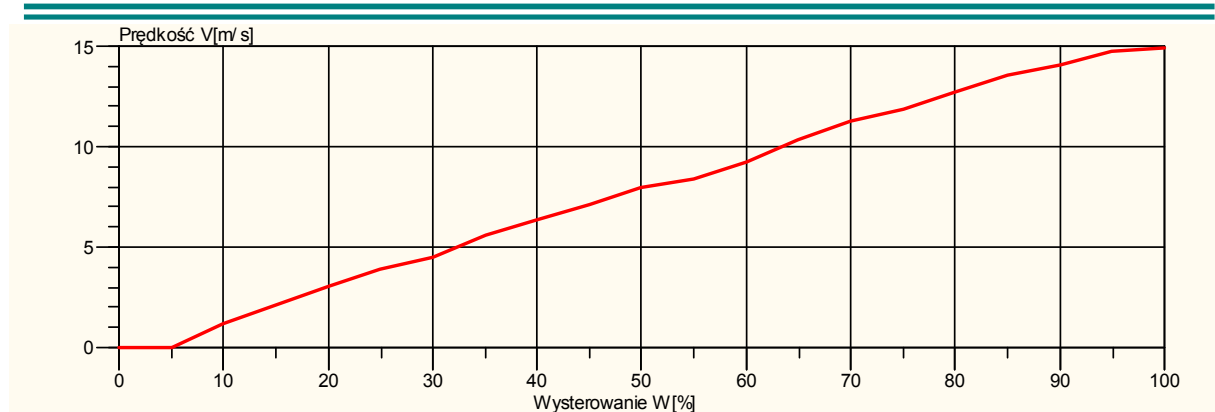
Podczas pracy należy zapewnić 1.5m wolnej przestrzeni przed wlotem do tunelu i przynajmniej 3m wolnej przestrzeni za wylotem.

Nie wolno wrzucać żadnych przedmiotów do wlotu tunelu, gdyż spowoduje to uszkodzenie łopat wentylatora. W pomieszczeniu, w którym użytkowane jest stanowisko nie mogą się znajdować przedmioty, które mogą być porwane strumieniem powietrza. Podczas pracy ze stanowiskiem należy stosować ochronę oczu.

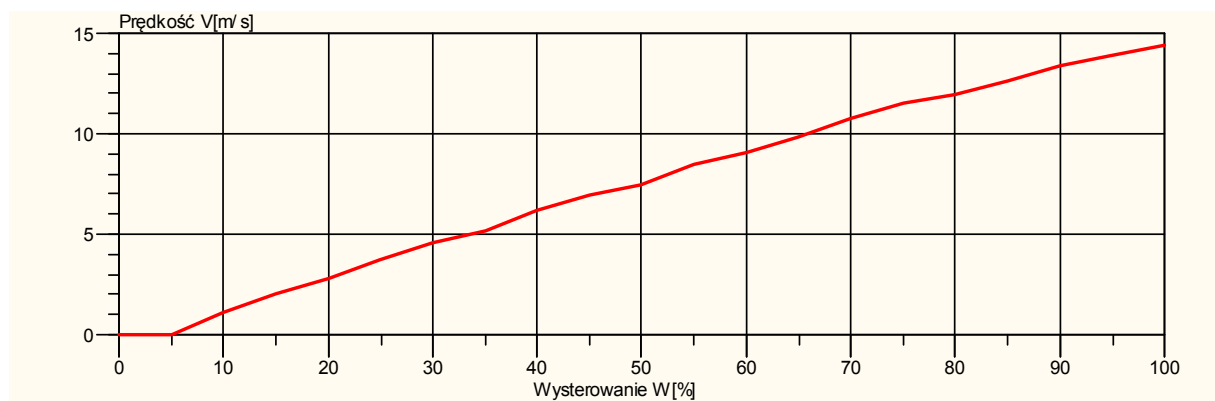
Zamontowane w tunelu prostownice rurowe i kierownica zapewniają w miarę stabilny rozkład prędkości wiatru w całym przekroju. Pomiary równomierności rozkładu przeprowadzono przy wysterowaniu wentylatora 50% i otwartej kratce zabezpieczającej. Wyniki prędkości w m/s przedstawiono na poniższym rysunku.



Stanowisko pozwala uzyskać prędkości liniowe wiatru do 15m/s. Poniżej przedstawiono wykres prędkości od wysterowania wentylatora. Pomiary przeprowadzono przy otwartej osłonie zabezpieczającej i bez żadnej turbiny.



Zamknięcie kratki powoduje zmniejszenie maksymalnej prędkości wiatru o około 1 m/s. Wykres poniżej.



Sterowanie

Na zdjęciu obok przedstawiona jest płyta czołowa rozdzielni służącej do sterowania przebiegiem eksperymentów.

Po włączeniu zasilania przełącznikiem krzywkowym uaktywnia się wyświetlacz LCD ze wszystkimi mierzonymi wartościami oraz zapala się lampka z napisem „ZASILANIE”.

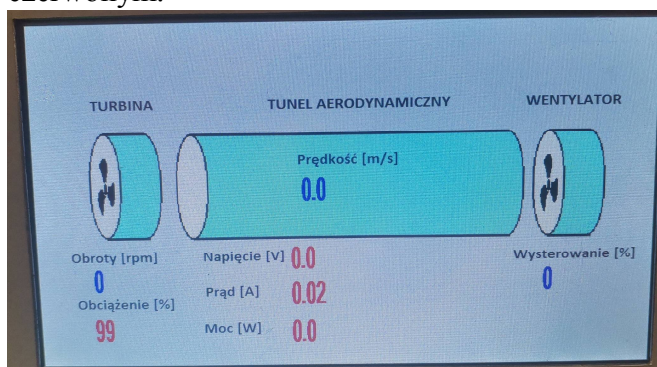
Po włączeniu podświetlanego przycisku „WENTYLATOR” włączana jest dmuchawa wymuszająca ruch powietrza wewnątrz tunelu. Siłę wiatru można regulować potencjometrem. Aktualne wystroowanie silnika dmuchawy uwidocznione jest na wyświetlaczu – jest to wartość w %.



W razie sytuacji niebezpiecznej należy skorzystać z wyłącznika bezpieczeństwa (tzw. „grzyb”), który rozłącza zasilanie wentylatora. Stan zadziałania wyłącznika sygnalizowany jest świeceniem kontrolki „AWARIA”.

Sterowanie obciążeniem turbiny odbywa się przez dolny potencjometr. Aktualnie dołączone do badanej turbiny obciążenie pokazywane jest na wyświetlaczu.

Wygląd wyświetlacza pokazano na poniższym zdjęciu. Przyjęto konwencję: parametry mechaniczne wyświetlane są w kolorze niebieskim, parametry elektryczne w kolorze czerwonym.



Poszczególne wyświetlane wartości to:

- W: wystroowanie wentylatora napędowego. Podawane jest w %. Zależna od wystroowania prędkość wiatru w tunelu określona jest charakterystyką $V(W)$ możliwą do określenia podczas prób.

- V prędkość wiatru w m/s. Ponieważ w tak krótkim odcinku tunelu występują jednak turbulencje, które byłyby widoczne na odczytach prędkości pomiar ten jest filtrowany przez filtr cyfrowy o stałej czasowej około 1.5s.

- L obroty turbiny wiatrowej w 1/min (rpm). Pomiar jest wykonywany z rozdzielczością 10 rpm.

- R dołączone do badanej turbiny obciążenie w %. Obciążenie realizowane jest na zasadzie dołączanej drabinki rezystorów dużej mocy. Możliwe jest uzyskanie następujących obciążeń:

- 13% - 100Ω
- 26% - 50Ω
- 39% - 33.3Ω
- 52% - 25Ω
- 65% - 20Ω
- 78% - 16.7Ω
- 91% - 14.3Ω

- U napięcie generowane przez turbinę. Zakres pomiarowy wynosi 50V. Ponieważ w załączonych turbinach zastosowano generatory trójfazowe więc obwód wejściowy wyposażony jest w prostownik trójfazowy. Mierzone jest napięcie za prostownikiem.

- I prąd generowany przez turbinę. W zależności od wydajności turbiny i przyłożonego obciążenia generowany jest prąd płynący w obwodzie odbiorników. Zakres pomiaru prądu wynosi 5A.

- T temperatura otoczenia w °C;

- P moc dostarczana przez turbinę. Obliczana jest na bieżąco jako iloczyn wartości prądu i napięcia.

Komunikacja MODBUS.

Do sterowania wykorzystano transmisję MODBUS TRU. Komunikacja odbywa się na częstotliwości 38400, jako ośmiobitowe słowa, bez kontroli parzystości z jednym bitem stopu (8,n,1).

Sterownik posiada na stałe zaprogramowany adres urządzenia. Jest to liczba 4.

W oprogramowaniu sterownika zaimplementowano następujące funkcje:

- 0x03 – odczyt rejestrów;
- 0x06 – zapis pojedynczego rejestru;
- 0x10 – zapis wielu rejestrów;
- 0x11 – funkcja identyfikacyjna.

Odczyt rejestrów 0x03

Adresy i znaczenia poszczególnych rejestrów zebrano w poniższej tabeli:

Adres rejestru	Zawartość	Opis
0x0000	Bity kontrolne	0x0001 – sterowanie zdalne 0x0008 – wentylator włączony 0x0080 – wyłącznik awaryjny
0x0001	Wysterowanie	1LSB = 1% wysterowania
0x0002	Obciążenie	1LSB = 1% obciążenia
0x0003	Prędkość wiatru	1LSB = 0.01m/s
0x0004	Napięcie turbiny	1LSB = 0.001V
0x0005	Prąd turbiny	1LSB = 0.001A
0x0006	Moc turbiny	1LSB = 0.1W

0x0007	Obroty turbiny	1LSB = 0.1 obr/min
--------	----------------	--------------------

Zapis rejestrów 0x06 0x10

Adresy i znaczenia poszczególnych rejestrów możliwych do zmiany zebrano w poniższej tabeli:

Adres rejestru	Zawartość	Opis
0x0000	Bity kontrolne	0x0001 – sterowanie zdalne 0x0008 – wentylator włączony
0x0001	Wysterowanie	1LSB = 1% wysterowania
0x0002	Obciążenie	1LSB = 1% obciążenia

Funkcja identyfikacyjna 0x11

Funkcja zwraca wartość 0x1112 dla adresu 0x0000, która jest interpretowana jako identyfikacja urządzenia.

Modele turbin

Turbina pozioma

Na zdjęciu obok przedstawiony jest model załączonej do stanowiska turbiny poziomej. Konstrukcja turbiny umożliwia przeprowadzanie eksperymentów z różną ilością śmigieł oraz kątem natarcia łopatek ponieważ połączenia łopatek z kołem centralnym wykonano jako rozłączne połączenia śrubowe.

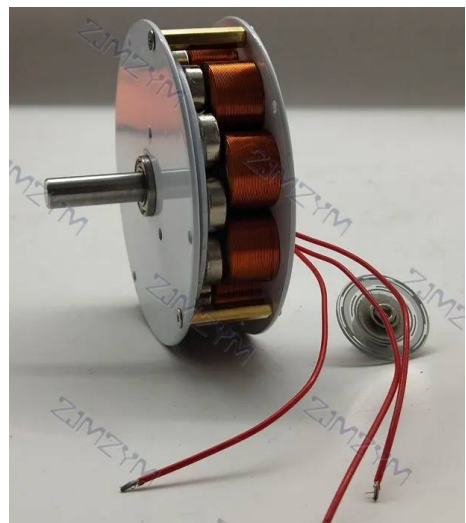


Łopaty zostały wydrukowane na drukarce 3D. Profil został wyliczony w programie „Wiatrak 1.1” dla prędkości wiatru 8m/s na bazie profilu aerodynamicznego ClarkY.

Jako prądnice wykorzystano handlowy wolnoobrotowy generator trójfazowy o parametrach:

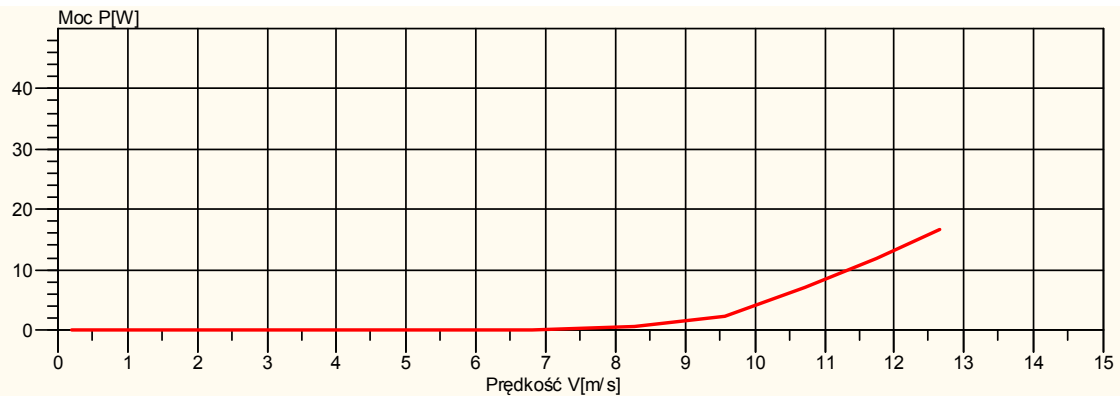
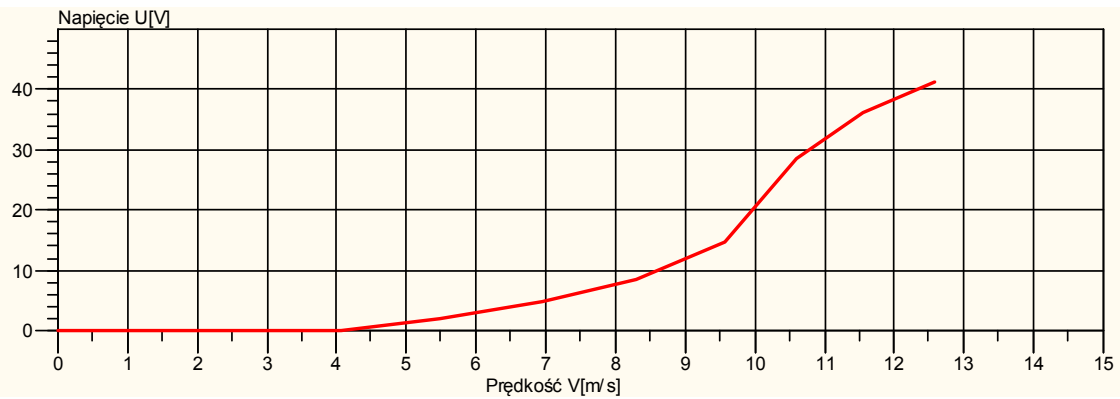
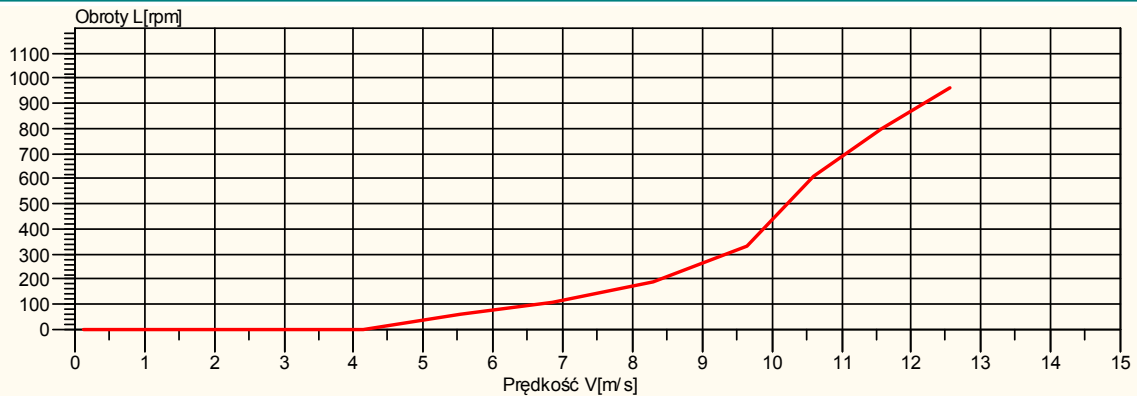
- napięcie znamionowe: 24V (maks. 80V);
- prąd znamionowy: 3A (maks. 5A);
- moc znamionowa: 50W (maks. 60W);
- prędkość: 100-650 obr/min;
- wymiary: $\phi 85 \times 25$ mm;
- średnica wału: 8mm;
- waga: 466g.

Niezabudowany generator pokazano na zdjęciu obok.



Generator ten wykorzystano we wszystkich modelach turbin, tak poziomej jak i pionowych.

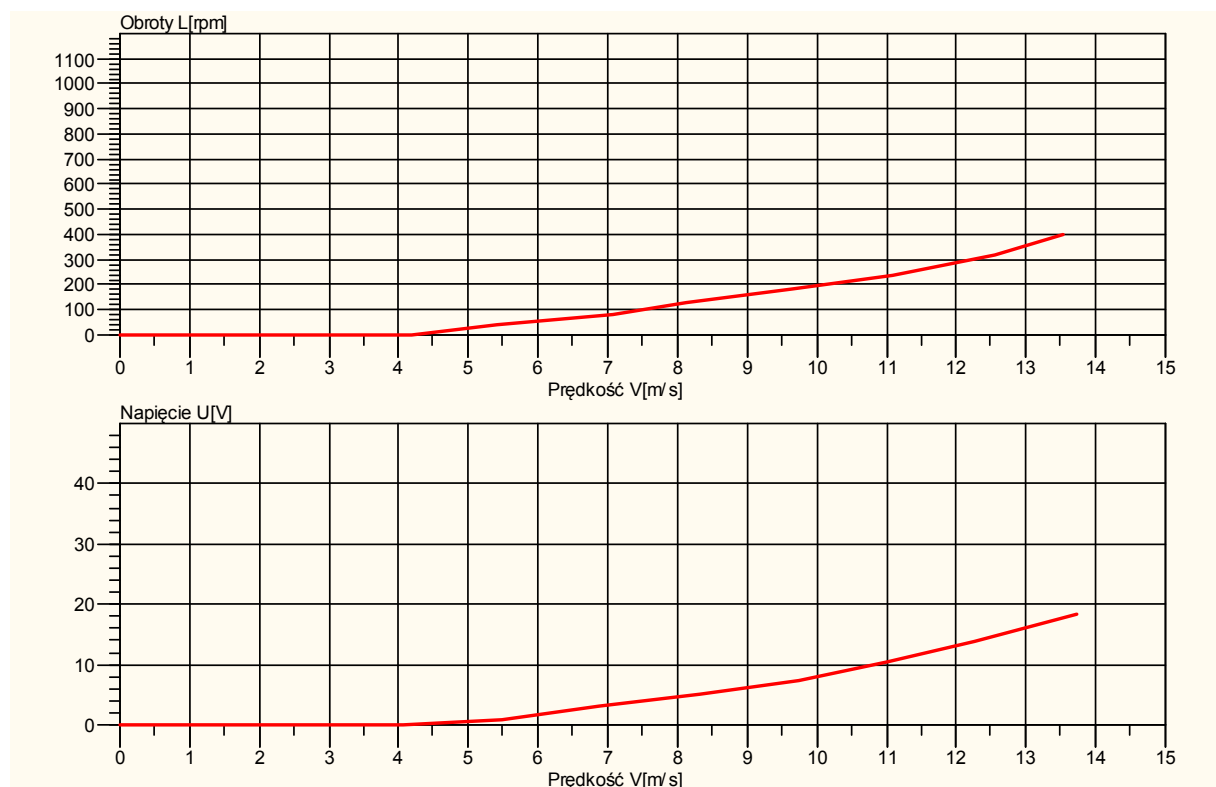
Poniżej przedstawiono charakterystyki badanej turbiny. Wszystkie pomiary przeprowadzano w trybie automatycznym, przy włączonym obciążeniu 100 Ω .

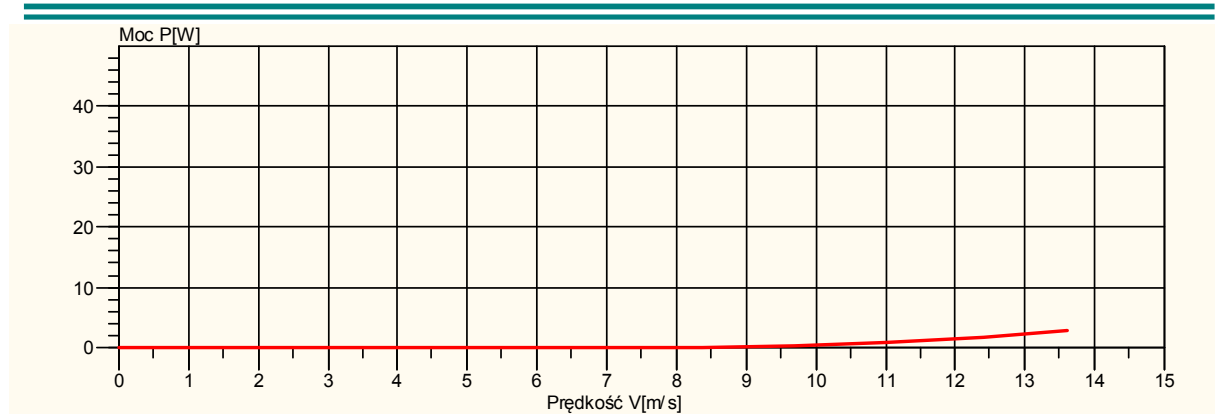


Turbina Savoniusa

Na zdjęciu obok przedstawiony jest model załączonej do stanowiska turbiny Savoniusa. Jest to turbina dwułopatowa o stosunku przerwy do łopaty wynoszącym 0.18. Jest to turbina dzielona, tj. złożona z dwóch identycznych turbin obróconych o kąt 90° co zwiększa moment startowy zestawu.

Turbina została wydrukowana na drukarce 3D. Poniżej przedstawiono charakterystyki badanej turbiny. Wszystkie pomiary przeprowadzano w trybie automatycznym, przy włączonym obciążeniu 100Ω .





Turbina Darrieusa

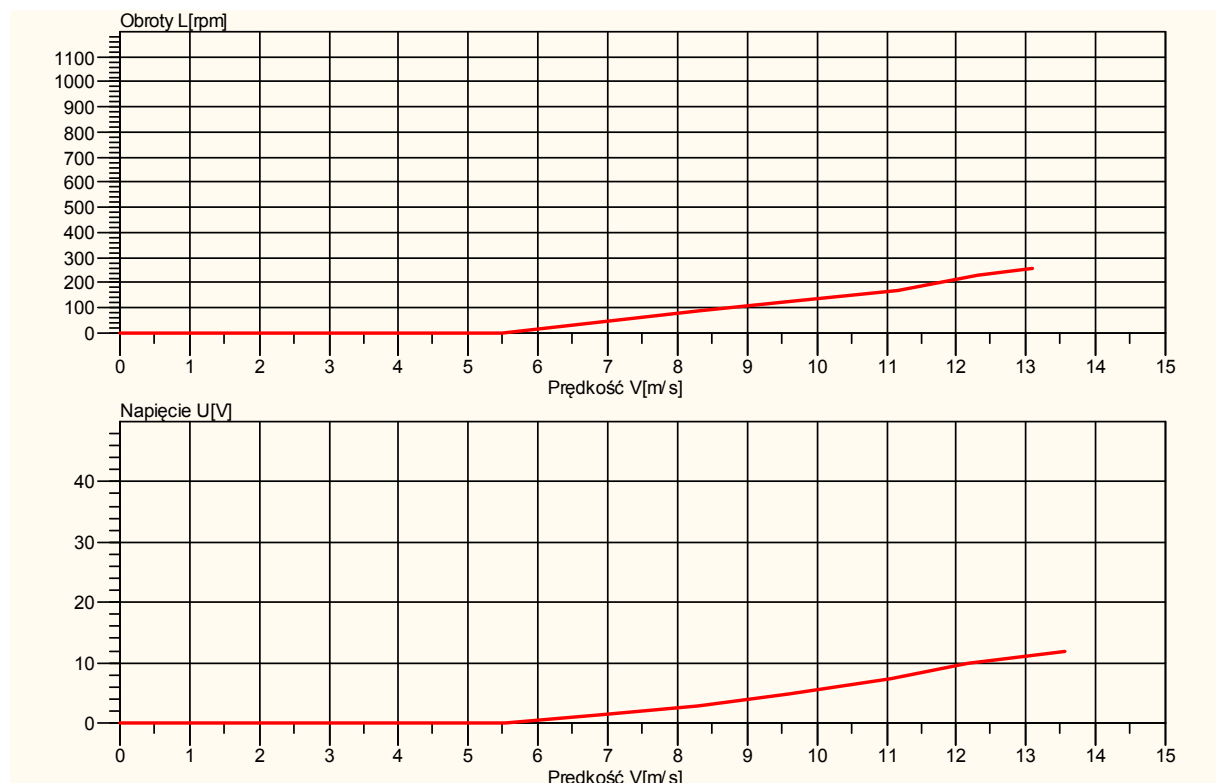
Na zdjęciu obok przedstawiony jest model załączonej do stanowiska turbiny o osi pionowej Darrieusa.

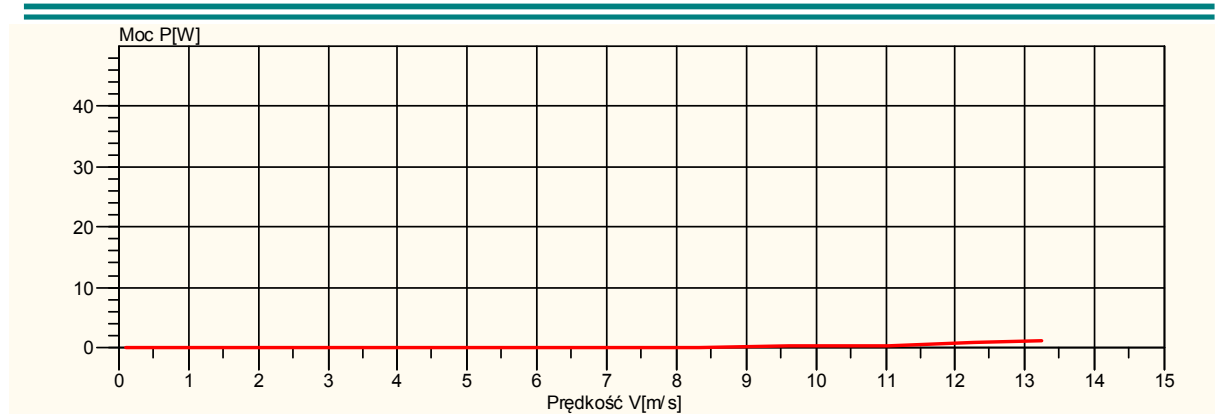
Jest to modyfikacja klasycznej turbiny H-Darrieusa o niepełnych płatach gdyż klasyczna turbina posiada praktycznie zerowy moment startowy i w celu praktycznego wykorzystania potrzebne jest wstępne napędzenie np. inną turbiną.

Do modelu została dołączona zdejmowana przystawka, która demonstruje zmianę punktu startu turbiny.

Turbina została wydrukowana na drukarce 3D.

Poniżej przedstawiono charakterystyki badanej turbiny. Wszystkie pomiary przeprowadzono w trybie automatycznym, przy włączonym obciążeniu 100Ω.

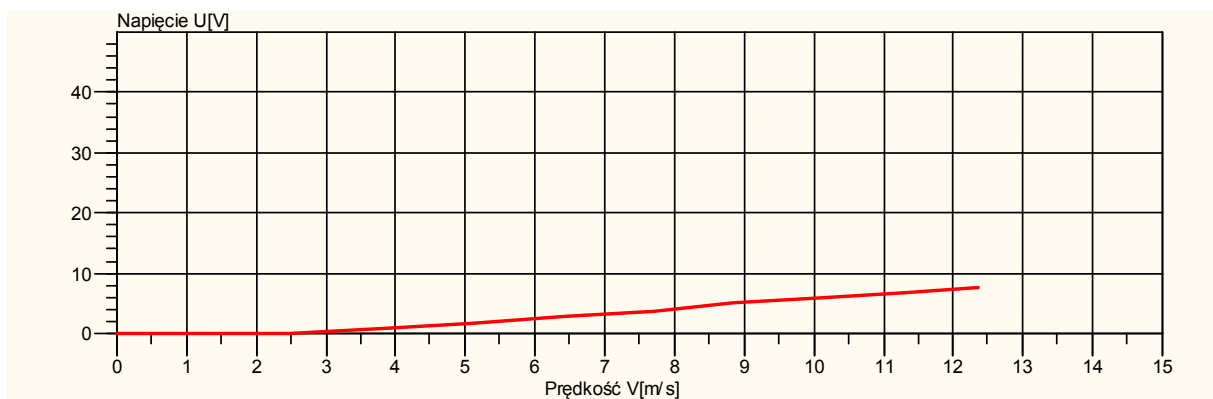
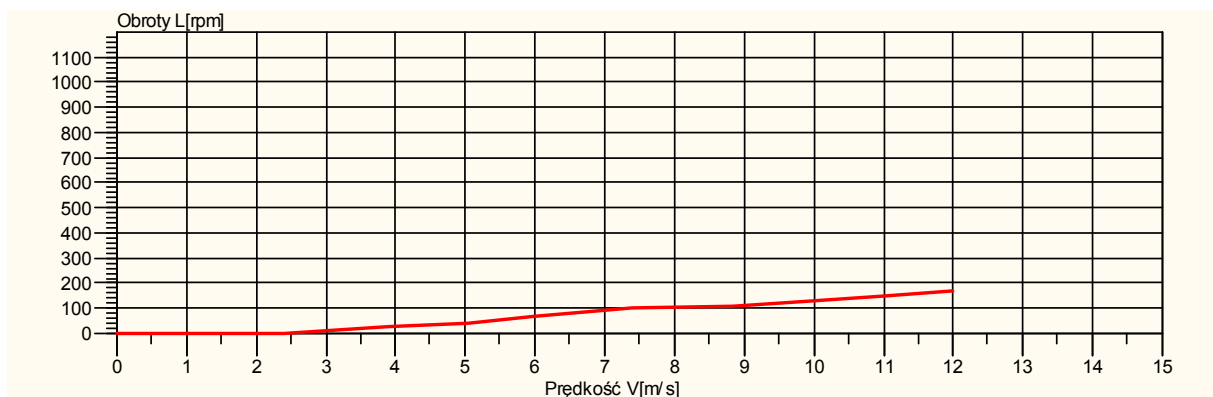




Turbina okrągła

Na zdjęciu obok przedstawiony jest model załączonej do stanowiska turbiny o osi pionowej.

Turbina została wydrukowana na drukarce 3D. Poniżej przedstawiono charakterystyki badanej turbiny. Wszystkie pomiary przeprowadzono w trybie automatycznym, przy wyłączonym obciążeniu.



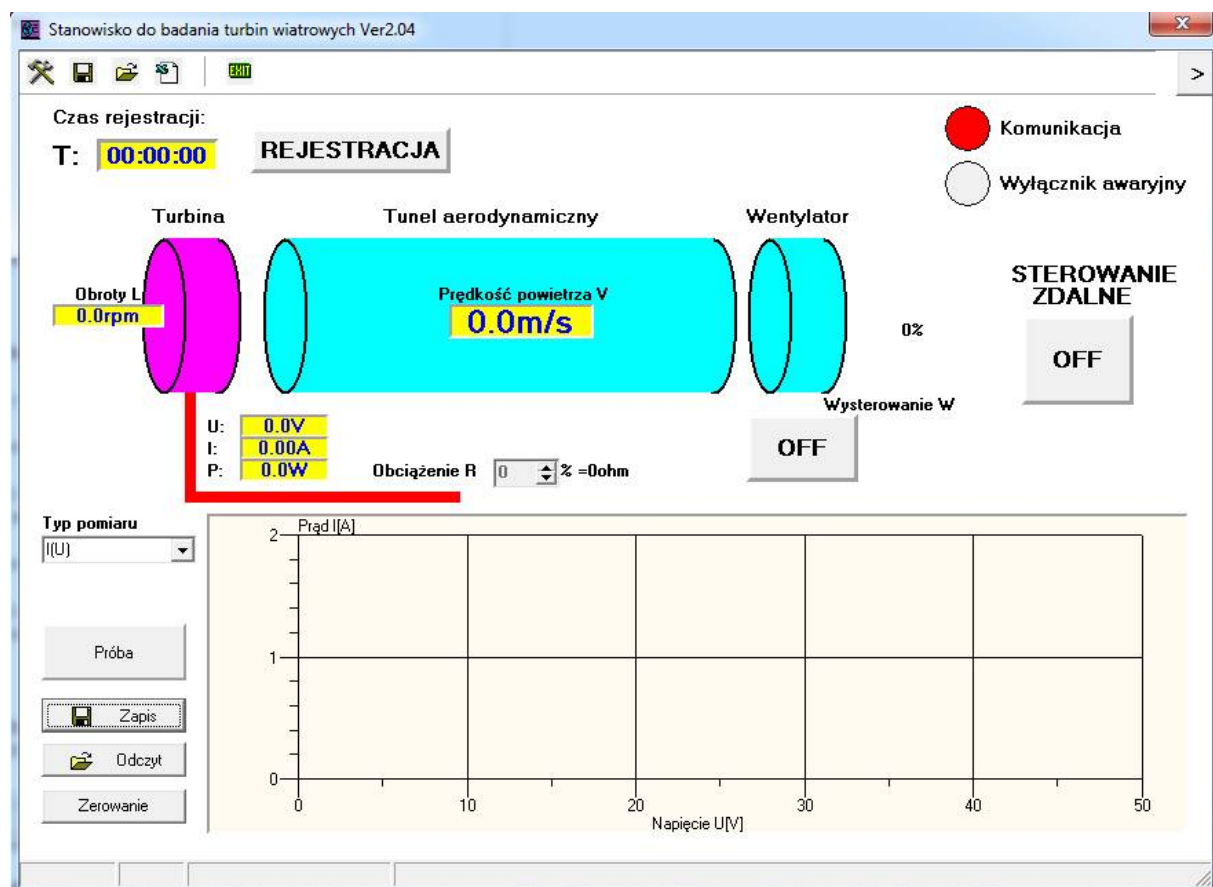
Oprogramowanie

W dolnej części rozdzielniczy znajduje się wyprowadzony przewód z łączem szeregowym RS485 służącym do komunikacji ze sterownikiem stanowiska.

Przewody te, oznaczone A, B i GND podłączone są do konwertera RS485/USB. Oprogramowanie obsługuje każdy handlowy konwerter wykonany na układzie FTDI.

Załączona aplikacja komputerowa umożliwia odczyty wszystkich wartości pomiarowych oraz zdalne sterowanie stanowiskiem.

Przykładowy wygląd ekranu po włączeniu aplikacji TURBINA przedstawiono na poniższym rysunku:



W górnej części okna głównego znajduje się pasek ikon. Ikony te mają następujące znaczenie:

- diagnostyka i parametry;
- zapis danych;
- zapis danych w formacie csv;
- wyjście z programu.

Diagnostyka i parametry.

W oknie tym zgrupowano większość ważniejszych parametrów procesowych i ustawień stanowiska.

Okno parametrów wygląda jak na rysunku poniżej:



Dźwięk – włącza lub wyłącza sygnał dźwiękowy przy naciskaniu przycisków w oknie głównym.

Zapis automatyczny – Przy ustawionym parametrze, zapis wykonywany jest automatycznie przy zakończeniu próby (rejestracji).

Czas stabilizacji [s] – podczas automatycznych prób wykonywane są pomiary różnych wartości w zdefiniowanych na stałe przedziałach. Parametr „czas stabilizacji” określa ile sekund ma trwać każdy przedział. Dłuższy czas pozwala na uzyskanie dokładniejszych wyników ale wydłuża też całkowity czas próby.

W oknie tym umieszczono również podgląd transmisji jaka odbywa się między komputerem a sterownikiem stanowiska.

Zapis danych.

Po naciśnięciu tej ikonki wszystkie zarejestrowane dane są zapisywane na plik dyskowy o nazwie „daneyymmddhhnn.txt”. Gdzie yy oznacza rok zapisu, mm miesiąc, dd dzień, hh godzinę i nn minutę.

Przykładowo plik o nazwie Dane1010091345.txt został zarejestrowany o godz. 13.45 09.10.2010r.

Przykładowa rejestracja przedstawiona jest poniżej:

```
Nr,Czas,W,V0,L0,SU,SI,SP,Obc,Rez,Rez
1, 50, 99.9, 99.9, 24.0, 22.6, 23.2, 0.00, 0.00, 985.00, 25.60
2, 55, 99.9, 99.9, 24.0, 22.6, 23.2, 0.00, 0.00, 985.00, 25.60
3, 60, 99.9, 99.9, 24.1, 22.6, 23.2, 0.00, 0.00, 985.00, 25.60
4, 65, 99.9, 99.9, 24.1, 22.6, 23.2, 0.00, 0.00, 985.00, 25.60
5, 70, 99.9, 99.9, 24.1, 22.6, 23.2, 0.00, 0.00, 983.00, 25.60
6, 75, 99.9, 99.9, 24.0, 22.6, 23.2, 0.00, 0.00, 985.00, 25.60
```

7, 80, 99.9, 99.9, 24.0, 22.6, 23.2, 0.00, 0.00, 982.00, 25.60
8, 85, 99.9, 99.9, 24.0, 22.6, 23.2, 0.00, 0.00, 982.00, 25.60
9, 90, 99.9, 99.9, 24.0, 22.6, 23.2, 0.00, 0.00, 979.00, 25.60
10, 95, 99.9, 99.9, 24.0, 22.6, 23.2, 0.00, 0.00, 973.00, 25.60
11, 100, 99.9, 99.9, 23.9, 22.6, 23.2, 0.00, 0.00, 973.00, 25.60
12, 105, 99.9, 99.9, 23.9, 22.6, 23.2, 0.00, 0.00, 973.00, 25.60
13, 110, 99.9, 99.9, 23.9, 22.6, 23.2, 0.00, 0.00, 973.00, 25.60
14, 115, 99.9, 99.9, 23.9, 22.6, 23.2, 0.00, 0.00, 970.00, 25.60
15, 120, 99.9, 99.9, 23.9, 22.6, 23.2, 0.00, 0.00, 970.00, 25.60
16, 125, 99.9, 99.9, 23.9, 22.6, 23.2, 0.00, 0.00, 970.00, 25.60
17, 130, 99.9, 99.9, 23.9, 22.6, 23.2, 0.00, 0.00, 967.00, 25.60
18, 135, 99.9, 99.9, 23.9, 22.6, 23.2, 0.00, 0.00, 967.00, 25.60
19, 140, 99.9, 99.9, 23.8, 22.6, 23.2, 0.00, 0.00, 967.00, 25.60
20, 145, 99.9, 99.9, 23.8, 22.6, 23.2, 0.00, 0.00, 964.00, 25.60

Pik z danymi zapisywany jest w formacie tekstowym. Pierwszy wiersz określa zawartość poszczególnych kolumn. Są to:

- numer rekordu;
- czas rejestracji w s;
- Wysterowanie silnika w %
- V0 prędkość wiatru w m/s;
- L0 prędkość obrotowa turbiny w obr/min;
- SU napięcie generowane przez turbinę w V;
- SI prąd generowany przez turbinę w A;
- SP moc generowana przez turbinę w W;
- Obc obciążenie w %;
- rezerwa na przyszłe rejestracje.

Eksport do Excela.

Po naciśnięciu tej ikonki wszystkie zarejestrowane dane są zapisywane na plik dyskowy o nazwie „daneyymmddhhnn.csv”. Gdzie yy oznacza rok zapisu, mm miesiąc, dd dzień, hh godzinę i nn minutę.

Przykładowo plik o nazwie Dane1010091345.csv został zarejestrowany o godz. 13.45 09.10.2010r.

Pik z danymi zapisywany jest w formacie csv, zaś struktura danych jest identyczna jak przy zapisie danych do pliku tekstowego.

Po wykonaniu operacji zapisu program próbuje automatycznie otworzyć Execela z aktualnie zapisanym plikiem danych.

Główne okno programu.

Główna część programu zawiera wszystkie pomiary oraz umożliwia sterowanie elementami wykonawczymi. Wygląd przedstawiono na poniższym rysunku:

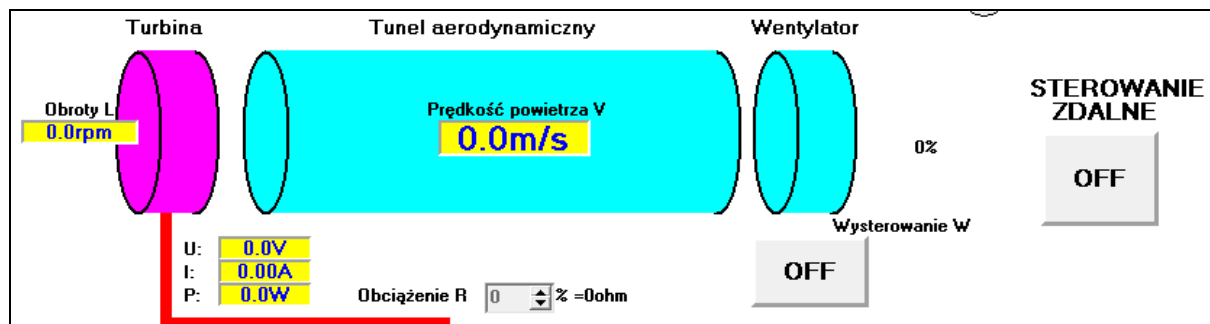
Na bieżąco wyświetlane są pomiary mechaniczne, jak prędkość powietrza i prędkość obrotowa podłączonej turbiny, oraz pomiary elektryczne jak napięcie, prąd i moc generowane przez turbinę.

Sterować można dołączanym obciążeniem rezystancyjnym i wysterowaniem wentylatora.

Dwa umieszczone tu przyciski mają następujące znaczenie:

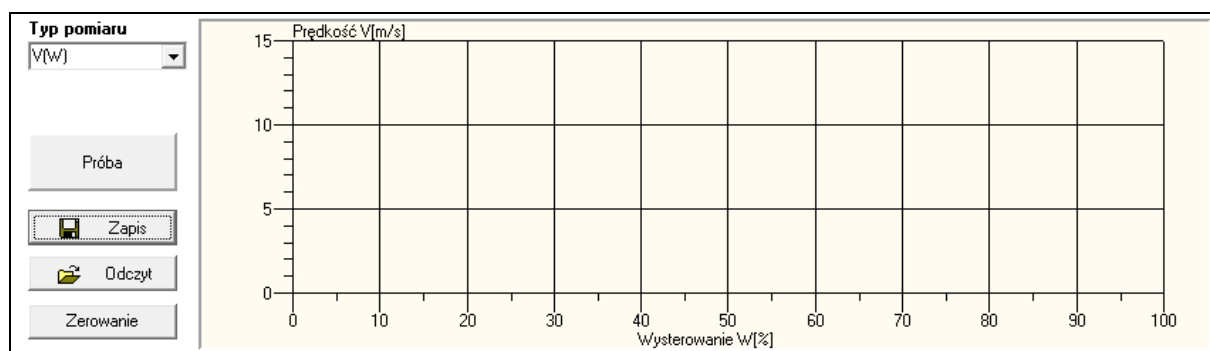
Wentylator ON/OFF – włącza lub wyłącza sterowanie wentylatorem. Odpowiada podświetlanemu przyciskowi na ścianie czołowej rozdzielnic.

Zdalne sterowanie ON/OFF – stanowisko przeznaczone jest do pracy autonomicznej, ale po podłączeniu do komputera możliwe jest też sterowanie zdalne. Ten przycisk służy do przełączania między sterowaniem autonomicznym a zdalnym.



Część pomiarowa.

Część pomiarowa służy do automatycznego wyznaczania charakterystyk badanych turbin wiatrowych. Ta funkcjonalność wymaga do pracy włączenia trybu zdalnego. Część okna programu związana z pomiarami wygląda jak na poniższym rysunku.



Dla każdego pomiaru można wcześniej ustawić rezystancyjne obciążenie turbiny.

Możliwe są następujące typy pomiarów, wybierane z rozwijanego menu:

- V(W): prędkość wiatru [m/s] od wysterowania wentylatora [%];
- L(V): obroty turbiny [obr/min] od prędkości wiatru [m/s];
- U(V): napięcie turbiny [V] od prędkości wiatru [m/s];
- P(V): moc turbiny [W] od prędkości wiatru [m/s];
- I(U): prąd turbiny [A] od napięcia turbiny [V] czyli charakterystyka prądowo-napięciowa.

Uruchomienie danej próby następuje po włączeniu przycisku „PRÓBA”, po czym oprogramowanie automatycznie dokona poszczególnych pomiarów od najniższej prędkości do maksymalnej. Wyniki są na bieżąco rysowane na wykresie. Po zakończeniu pomiarów program wyłączy wentylator. Użytkownik ma możliwość zdefiniowania czasu ustalania odpowiedzi układu przed kolejnymi pomiarami (w oknie parametrów).

Trzy dodatkowe przyciski „Zapis”, „Odczyt” i „Zerowanie” umożliwiają odpowiednio zapis ściągniętej charakterystyki, odczyt uprzednio zapisanej charakterystyki i skasowanie przed następnym pomiarem zmierzonych danych.

Zapis charakterystyki następuje w formacie Excela (csv) i w formacie bitmapy (wmf). Nazwa pliku jest zawsze ściśle określona. Tworzona jest zgodnie ze schematem: „wykres_TYP_yymmddhhnn.csv”. Gdzie

TYP – oznacza rodzaj charakterystyki;

yy - oznacza rok zapisu;

mm – miesiąc zapisu;

dd - dzień zapisu;

hh – godzinę zapisu;

nn – minutę zapisu.

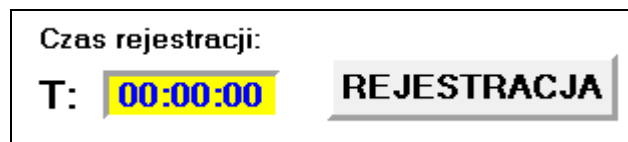
Nazwy przykładowych wygenerowanych plików wyglądają następująco:

wykres_L(V)_2309141955.csv

wykres_L(V)_2309141955.wmf

Rejestrator.

W programie istnieją procedury umożliwiające rejestrację wszystkich pomiarów. W każdej chwili można uruchomić rejestrację danych. Format pliku danych został opisany przy opisie przycisku „Zapis danych”. Rejestracja odbywa się z domyślnym interwałem 1s.



Kontrolki informacyjne.

Dodatkowo na ekranie umieszczono dwie kontrolki „Komunikacja” i „Wyłącznik awaryjny”.

Stan komunikacji sygnalizowany jest kolorem kontrolki: poprawne połączenie komputera ze sterownikiem określone jest kolorem zielonym, brak komunikacji czerwonym. Poprawna komunikacja jest niezbędna do poprawnego wyświetlania zmierzonych wartości jak i do sterowania z programu.

Stan załączenia wyłącznika awaryjnego sygnalizowany jest kolorem czerwonym, brak zadziałania kolorem szarym. Stan tej kontrolki jest identyczny z kontrolką czerwoną umieszczoną na płycie czołowej rozdzielnic.

Dokumentacja towarzysząca

Spis załączonych rysunków:

0268.0.3.0000 Układ sterowania

Gwarancje i dokumentacje ruchowe ważniejszych zainstalowanych w stanowisku podzespołów.