



**FIRMA INNOWACYJNO
-WDROŻENIOWA**

ul. Krzyska 15

33-100 Tarnów

tel.: 0146210029, 0146360117, 608465631

faks: 0146210029, 0146360117

mail: elbit@resnet.pl

www.elbit.resnet.pl

**STANOWISKO DO BADANIA SILNIKÓW
WIATROWYCH
(PROTOTYP)**



Spis treści

Spis treści	2
Działanie urządzenia	3
Sterowanie	7
Oprogramowanie.....	8
Opis techniczny.....	11
Dokumentacja towarzysząca	13

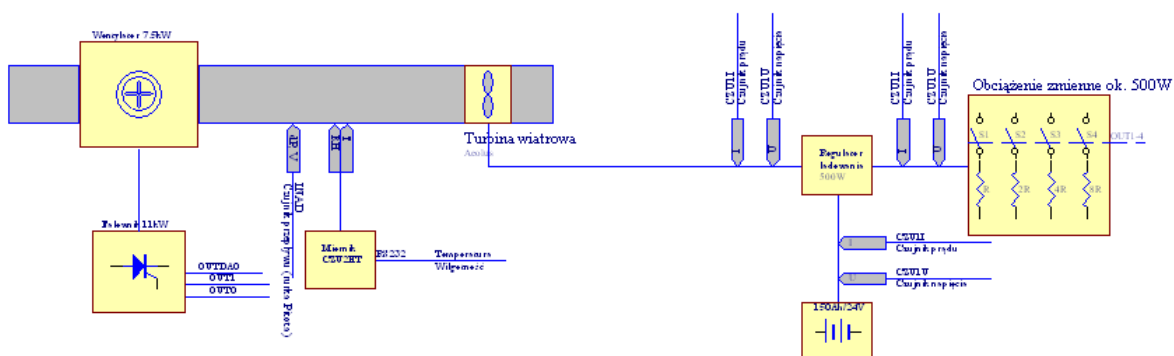
Działanie urządzenia

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

Powstało na zlecenie Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego zgodnie z umową 89/TECH/2010.

Zgodnie z poniższym schematem blokowym stanowisko składa się z układu napędowego w postaci wysokowydajnego wentylatora wraz z falownikiem i układami sterującymi, dwumetrowego tunelu aerodynamicznego oraz części odbiorczej w postaci turbiny wiatrowej, akumulatora oraz zmiennego obciążenia.

Całość układu jest opomiarowana i posiada możliwość zapisu danych do komputera.



W tunelu aerodynamicznym znajdują się dwa czujniki mierzące parametry wiatru - zespolony czujnik temperatury i wilgotności oraz czujnik prędkości wiatru jako przetwornik wykorzystujący rurkę Pitota.

Mocowanie rurki przedstawione jest na zdjęciu obok.

Sam wentylator posiada kierownice, które powinny przeciwdziałać ruchowi obrotowemu wiatru wewnątrz tunelu. Dla poprawy tego działania w tunelu zastosowano dodatkowe wymienne prowadnice. Poprawiają one równoległość strugi powietrza, zmniejszając jej rotację, ale też osłabiają prędkość.

Prowadnice te składają się z około 32 metrowych rur z PVC zamocowanych w odległości ok. 30 cm za wentylatorem.

Mocowanie rur polega na ściągnięciu ich dołączoną taśmą nylonową jak to pokazano na zdjęciu.





Turbina wiatrowa zamocowana jest w odległości ok. 1m za wylotem z turbiny. Mocowanie turbiny wewnątrz kanału powodowało niestabilne i wolniejsze obroty, a co za tym idzie mniejszą moc. Prawdopodobnie wewnątrz tunelu występuje jeszcze przepływ burzliwy, który jest odpowiedzialny za tę niestabilność. Turbina zamocowana jest na sztywnym wsporniku. Odległość od wylotu została tak dobrana, by w żadnym położeniu łopaty dołączonej turbiny nie zetknęły się z tunelem. Jako przykładową turbinę wybrano model Air X 400W – land.



Turbina wiatrowa Air X o mocy 400W jest produktem amerykańskiej firmy Southwest Windpower. Wykorzystanie nowoczesnych technologii pozwoliło producentowi uzyskać bardzo wysokie parametry pracy turbiny przy niewielkich wymiarach i wadze. Do produkcji wykorzystano podzespoły elektroniczne podnoszące sprawność generatora oraz bardzo lekkie, a zarazem wytrzymałe materiały takie, jak aluminium i tworzywa sztuczne.

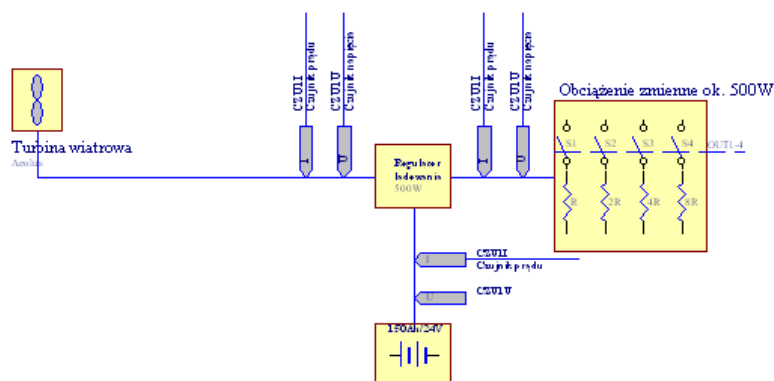
Wykonanie łopat z materiałów kompozytowych przy wykorzystaniu najnowszych technologii wtryskiwania pod wysokim ciśnieniem umożliwiło uzyskanie wysokiej dokładności elementów oraz profilu o wysokich parametrach aerodynamicznych. Takie działania wykazały ogromne znaczenie przy eksploatacji turbiny, ponieważ łopaty nie wytwarzają takich wibracji oraz hałasu, jak inne turbiny w tej klasie.

Najważniejszą cechą turbiny wiatrowej Air X jest wbudowany kontroler. Jego zadaniem jest nie tylko kontrolowanie stanu naładowania akumulatora, ale również zabezpieczenie turbiny przed uszkodzeniami spowodowanymi zbyt silnymi wiatrami. Urządzenie kontroluje obroty turbiny wykonując pomiar prądu wytwarzanego przez generator i przy prędkości 12,5 m/s zaczyna hamowanie łopat. Taki system zabezpiecza wirnik przed rozkręceniem się do prędkości wyższych niż znamionowe, a co za tym idzie, przed możliwością jego uszkodzenia. Wirnik jest również hamowany, jeżeli napięcie akumulatora przekracza wartości maksymalne ustawione na turbinie za pomocą regulatora napięcia. W taki sposób kontroler zabezpiecza akumulator przed przeładowaniem i uszkodzeniem.

Air X posiada również wbudowane łożyska ślizgowe, które umożliwiają obrót turbiny względem osi masztu i zabezpieczają przewody przed skręcaniem i zerwaniem.

Wszystkie te cechy sprawiają, że turbina wiatrowa Air X jest bardzo wydajna, jak również łatwa w obsłudze. Dostarczana jest w komplecie i nie wymaga dodatkowych urządzeń. Jest gotowa do podłączenia bezpośrednio do akumulatorów.

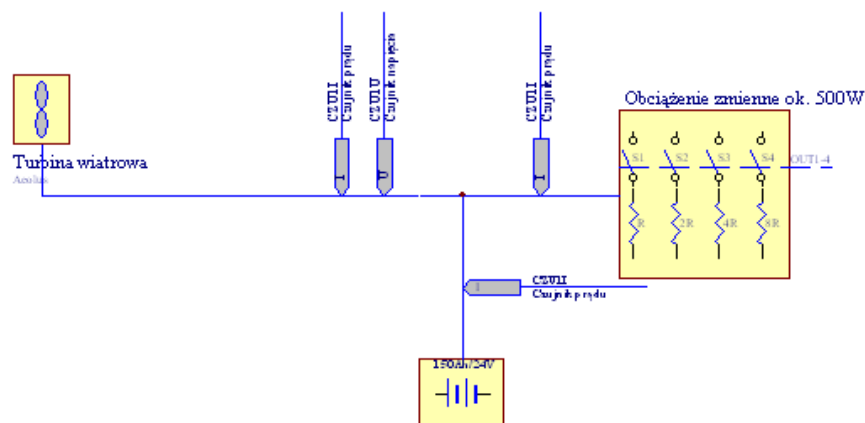
Ponieważ większość turbin dostępnych w handlu nie posiada wbudowanego regulatora ładowania akumulatorów, układ pomiarowy zaprojektowano jako pełne trzy punkty pomiarowe: turbiny, obciążenia i akumulatora. Tak jak to przedstawiono na poniższym schemacie.



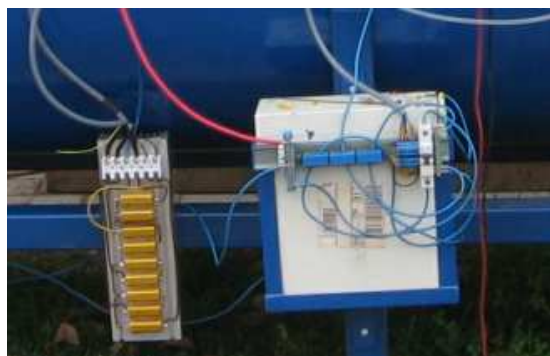
Ponieważ jednak przy dołączonym do stanowiska modelu nie wolno stosować żadnych regulatorów ładowania wyłączono niektóre pomiary, a schemat blokowy wygląda jak na rysunku poniżej.

W dostarczonej wersji wyłączono po prostu dwa pomiary napięcia. Układy pomiarowe do nich są jednak zamontowane w sterowniku i niewielkim kosztem można je na nowo podłączyć.

W tym celu wszystkie połączenia prądowe zamontowano na listwie na zewnątrz rozdzielnicy.



W stanowisku zastosowano bezobsługowy akumulator żelowy o pojemności 55Ah oraz obciążenie rezystancyjne o mocy 500W liczonej dla 12V.



Obciążenie jest automatycznie przełączane przez sterownik w układzie drabinkowym.

Prądy mierzone są poprzez przekładniki prądowe typu LEM, a napięcia są podawane na przetworniki AD poprzez dokładny dzielnik.

Dodatkowo wstawiono zabezpieczenie akumulatora przez wyłącznik zwłoczny typu S.

(Dla prądu stałego wartość prądu przy jakim bezpiecznik zadziała jest większa niż dla

zmiennego).

Całość stanowiska została wykonana jako stacjonarne. Zaleca się przymocowanie ramy tunelu do podłoża.

Sterowanie

Na rysunku obok przedstawiona jest płyta czołowa rozdzielnic służącej do sterowania przebiegiem eksperymentu.

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

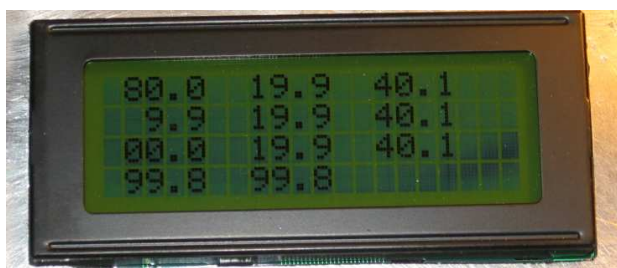
Po włączeniu przycisku „START” rozpoczynany jest właściwy cykl pomiarowy i trwa on aż do naciśnięcia przycisku „STOP”. Po starcie zerowany jest licznik czasu. Podczas cyklu pomiarowego włączany jest wentylator. Cykl ten sygnalizowany jest świeceniem zielonej kontrolki „PRACA”.

W razie sytuacji niebezpiecznej należy skorzystać z wyłącznika bezpieczeństwa (tzw. „grzyb”), który rozłącza zasilanie wentylatora.

Sterowanie prędkością wentylatora, a co za tym idzie prędkością wiatru, odbywa się przez lewy potencjometr na rozdzielnicy. Aktualne wysterowanie silnika w % uwidocznione jest na wyświetlaczu.

Sterowanie obciążeniem odbywa się przez prawy potencjometr, a dołączone do układu obciążenie w watach uwidocznione jest na wyświetlaczu.

Opis poszczególnych pól wyświetlacza znajduje się na zdjęciu poniżej.



Kolumna lewa:

- V prędkość wiatru w m/s;
- S wysterowanie silnika w %;
- R obciążenie w W;
- T temperatura otoczenia w °C;

Kolumna środkowa:

- Uo napięcie obciążenia w V;
- Ut napięcie turbiny w V (wyłączone);
- Ua napięcie akumulatora w V (wyłączone);
- RH wilgotność względna w %;

Kolumna prawa:

- Io prąd obciążenia w A;
- It prąd turbiny w A;
- Ia prąd akumulatora w A;



Oprogramowanie

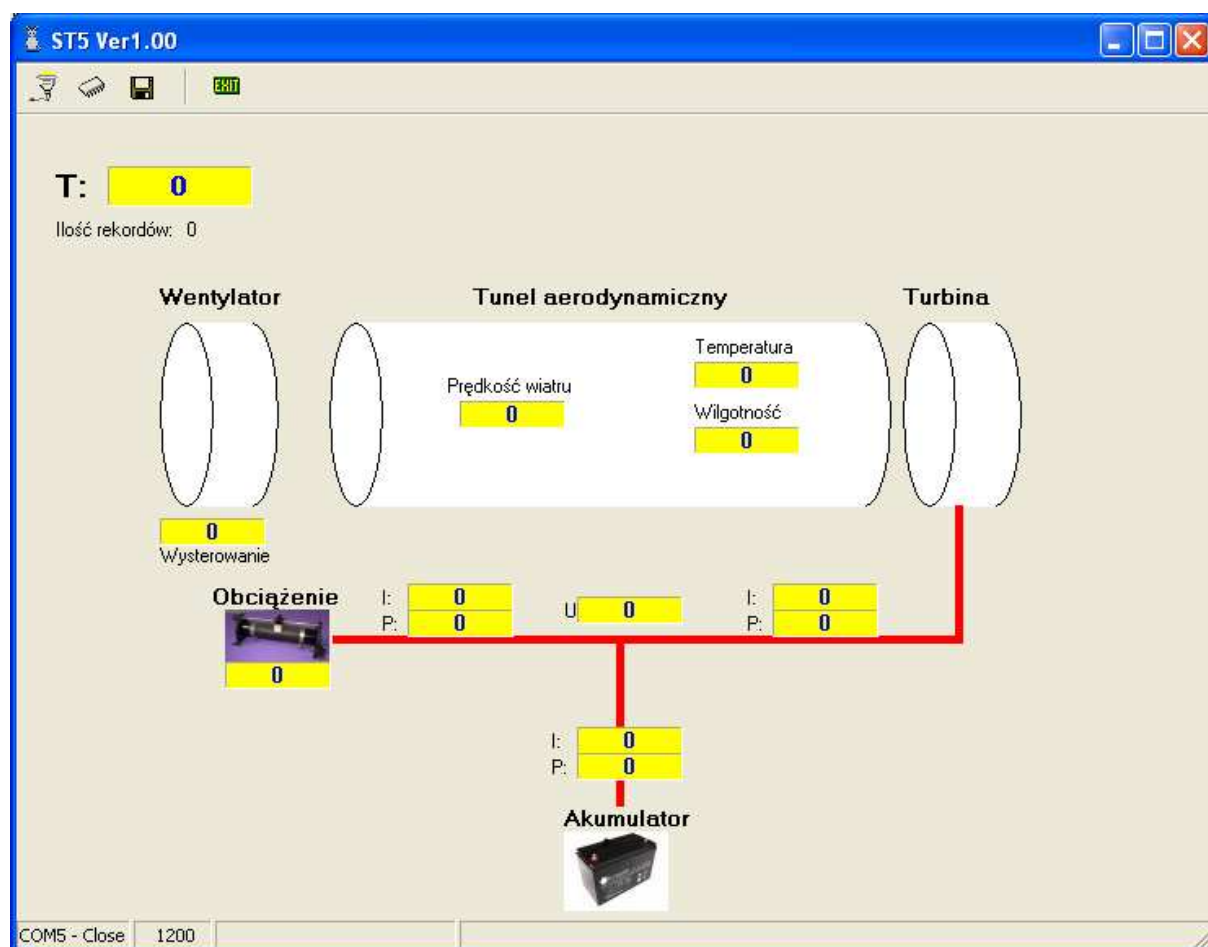
W środkowej części skrzynki rozdzielczej znajduje się złącze USB do podłączenia do komputera.

W stanowisku tym umożliwiono tylko odczyty poszczególnych wartości mierzonych bez zdalnego sterowania elementami wykonawczymi.

Na ekranie schematycznie przedstawiony jest schemat blokowy stanowiska wraz z aktualizowanymi odpowiednimi wartościami pomiarów.

Wszystkie te pomiary są rejestrowane przez program pod warunkiem, że zmienia się czas pomiaru. A czas zmienia się tylko podczas cyklu pomiarowego. W każdej chwili można te zarejestrowane pomiary zapisać na dysk.

Przykładowy wygląd ekranu przedstawiono na rysunku:



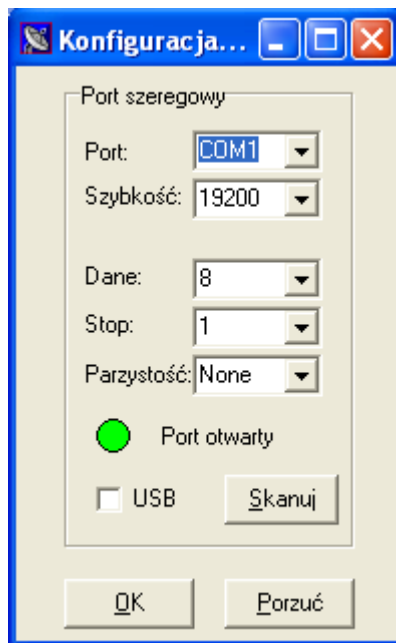
W górnej części okna głównego znajduje się pasek ikon. Ikony te mają następujące znaczenie:

- konfiguracji portu szeregowego;
- diagnostyka;
- zapis danych;
- wyjście z programu.

Konfiguracja portu szeregowego.

Okno to pozwala na ustawienie wszystkich potrzebnych parametrów portu szeregowego do komunikacji ze sterownikiem.

Po aktywizacji okno wygląda następująco:



Kolor lampki w oknie ustawień portu określa poprawność konfiguracji i otwartość portu. Możliwe są następujące ustawienia parametrów:

Port - określa numer portu, do którego podłączony jest sterownik tarcz. Można ustawiać następujące wartości: NONE, COM1, COM2, COM3, COM4. Po wciśnięciu przycisku OK następuje automatyczna próba otwarcia ustawionego portu i w przypadku niepowodzenia wyświetlany jest odpowiedni komunikat. Aktualny numer i stan otwarcia portu wyświetlane są w linii paska informacyjnego.

Szybkość - określa szybkość portu w bitach/sekundę. Możliwe są ustawienia: 110, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 28800, 38400, 56000, 57600, 115200, 128000, 256000. Uwaga: nie wszystkie układy UART akceptują wszystkie podane wyżej szybkości.

Dane - określa długość słowa danych. Możliwe są ustawienia: 4, 5, 6, 7, 8 bitów. Uwaga: nie wszystkie układy UART akceptują długość 4.

Stop - określa ilość bitów stopu. Możliwe ustawienia: 1, 1.5, 2 bity stopu. Uwaga: nie wszystkie układy UART akceptują długość 1.5.

Parzystość - określa rodzaj kontroli parzystości. Możliwe ustawienia: Even, None, Odd, Space (zachowano oryginalną pisownię).

Standardowe ustawienia wymagane przez sterownik to 1200, 8, 1, N.

Diagnostyka.

Okno to jest oknem serwisowym i służy do podglądu paczek wysyłanych przez sterownik.

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.

Zapis następuje bez kontroli nadpisywania, tzn., że po każdym zapisie należy zmienić nazwę pliku z danymi.

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

Przykładowa rejestracja przedstawiona jest poniżej:

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

Pierwsza kolumna to numer rekordu rejestracji, druga to sekunda rejestracji, a następne to odpowiednio:

- S wysterowanie silnika w %
- R obciążenie w W;
- V prędkość wiatru w m/s;
- T temperatura otoczenia w °C;
- RH wilgotność względna w %;
- Uo napięcie obciążenia w V;
- Ut napięcie turbiny w V;
- Ua napięcie akumulatora w V;
- Io prąd obciążenia w A;
- It prąd turbiny w A;
- Ia prąd akumulatora w A;

Opis techniczny

Podstawowe dane stanowiska:

Pojemność akumulatora	55Ah
Waga stanowiska	ok. 230kg
Wymiary (szer. X głęb. X wys.)	110 x 155 x 380 cm

Instalacja elektryczna

Napięcie robocze	400 VAC
Zasilanie	Trójfazowe
Długość kabla zasilającego	ok. 8m
Moc układu	7.5kW
Zewnętrzna temperatura pracy:	0÷40°C
Wilgotność:	do 50%

Dane techniczne Air X 400:

Moc nominalna	[W]	400
Napięcie	[V]	12,24 lub 48
Startowa prędkość wiatru	[m/s]	3,6
Nominalna prędkość wiatru	[m/s]	12,5
Maksymalna prędkość wiatru	[m/s]	49,2
Miesięczna produkcja energii	[kWh]	38 kwh / 5,5 m/s
Średnica wirnika	[m]	1,15
Łopaty	[szt]	3 (kompozytowe)
Kontroler ładowania		wbudowany
Hamulec		obciążenie generatora
Korpus		odlew aluminium
Waga	[kg]	6

UWAGA!

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

W celu zapewnienia warunków zbliżonych do naturalnych łopaty turbiny są niezabudowane. 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.

Dokumentacja towarzysząca

Spis załączonych rysunków:

0114.0.2.0200	SCHEMAT BLOKOWY
0114.0.2.0201	INSTALACJA ELEKTRYCZNA
0114.0.2.0202	INSTALACJA ELEKTRYCZNA CD

Gwarancje i dokumentacje ruchowe ważniejszych zainstalowanych w stanowisku podzespołów.