



Politechnika Wroclawska
Wydział Techniczno-Przyrodniczy

MD-217L-1

Badanie turbiny wodnej Peltona
Stanowisko 6

Spis treści

1. Charakterystyka stanowiska.....	3
1.1. Wstęp.....	3
1.2. Wyposażenie stanowiska.....	3
1.3. Schemat stanowiska.....	5
1.4. Turbina Peltona – podstawy teoretyczne.....	6
2. Obsługa stanowiska.....	10
2.1. Wskazówki ogólne.....	10
2.2. Bezpieczeństwo pracy z urządzeniami elektrycznymi.....	10
2.3. Zespół doprowadzenia wody.....	11
2.4. Oprogramowanie.....	11
2.5. Konserwacja i przechowywanie stanowiska.....	12
3. Oprogramowanie MD-217L-1.....	13
3.1. Opis interfejsu.....	13
3.2. Uruchomienie programu.....	14
4. Ćwiczenia - Pomiar charakterystyk zespołu turbiny przy stałym zasilaniu.....	15
4.1. Cel ćwiczenia.....	15
4.2. Program ćwiczenia.....	15
4.3. Opracowanie wyników.....	16

1. Charakterystyka stanowiska

1.1. Wstęp

Stanowisko dydaktyczne MD-217L-1 służy do przeprowadzania doświadczeń z użyciem turbiny Peltona. Stanowisko składa się z zespołu doprowadzenia wody, turbiny oraz układu generatora prądu. Zespół doprowadzenia wody tworzy zbiornik wraz z pompą wody, wyposażony jest on dodatkowo w czujnik przepływu oraz czujnik ciśnienia. Za pomocą dyszy woda podawana jest na wirnik.

Wirnik zbudowany jest ze specjalnie uformowanych czarek umieszczonych po obwodzie, w taki sposób, że padający na nie strumień wody zostaje rozdzielony na dwie równe części dodatkowo odchylone symetrycznie.

Stanowisko umożliwia:

- Regulację wydajności pompy podającej wodę.
- Regulację ciśnienia wody podawanej do dyszy za pomocą zaworu kulowego.
- Rejestrację przepływu oraz ciśnienia.
- Wyznaczenie prędkości obrotowej turbiny.
- Pomiar mocy uzyskanej przez turbinę na generatorze.

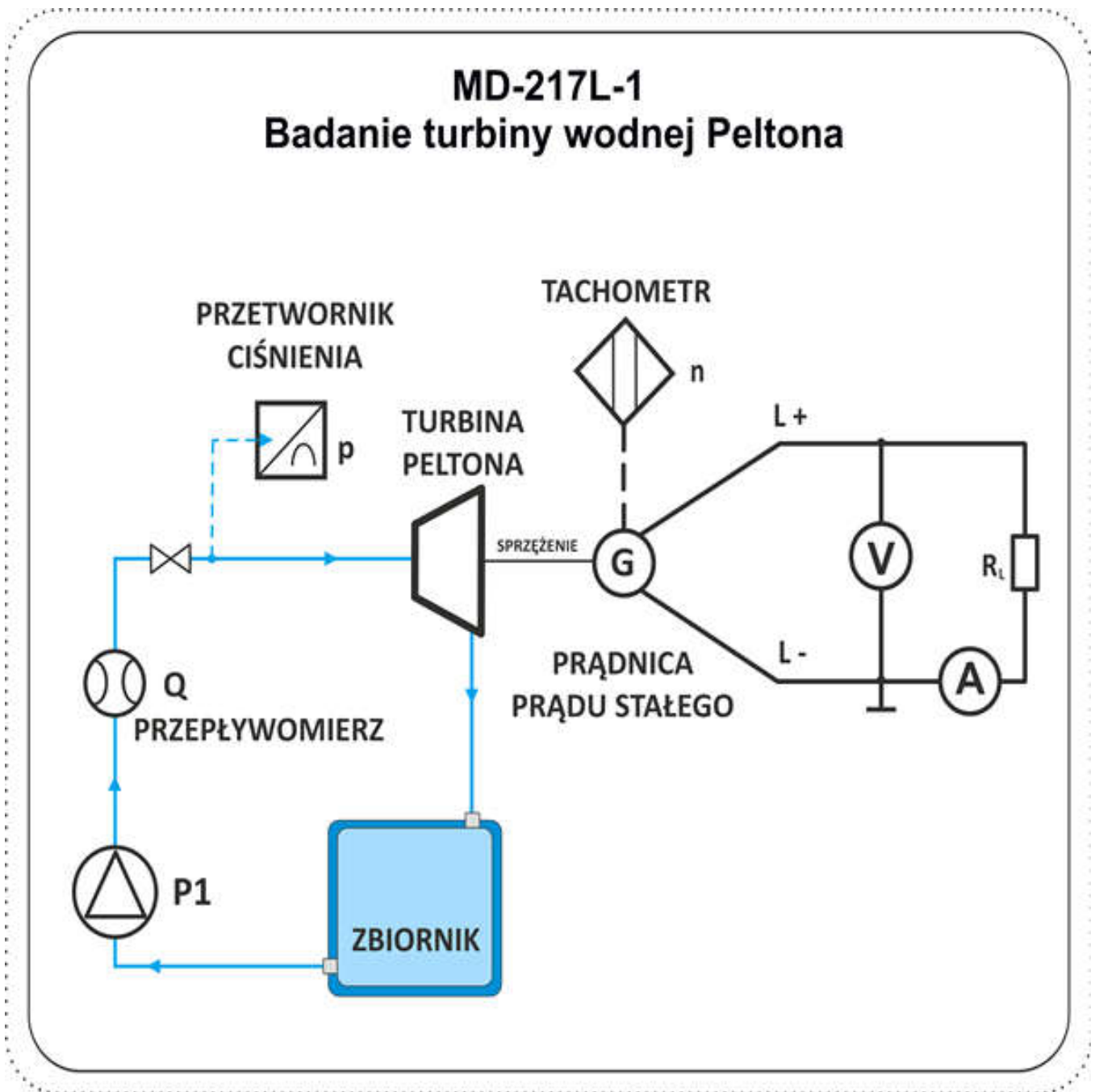
W punkcie 1.3. przedstawiono schemat technologiczny stanowiska.

1.2. Wyposażenie stanowiska

- Model turbiny Peltona z wirnikiem (20 łopatek) i dyszą, umieszczony w obudowie z przezroczystego tworzywa sztucznego.
- Moduł badawczy::
- Konstrukcja (stelaż) stanowiska z profili aluminiowych, wykonanie mobile (wyposażone w kółka jezdne)
- Zamknięty układ hydrauliczny
- Zawór regulacyjny ręczny
- Zbiornik wodny 40l
- Pompa zasilająca o regulowanej wydajności HL.S5.3-5 Hydroinstal
- Przetwornik ciśnienia PG2455 ifm
- Przetwornik przepływu SM8004 ifm
- Amperomierz i woltomierz wbudowany

- Tachometr ręczny
- Falownik 1-fazowy 230V AC NE1S-007 SBE Hitachi
- Szafka sterownicza
- Obciążenie turbiny – prądnica prądu stałego EC 035.240 3000 obr/min, 24V DC
- Obciążenie prądnicy – rezystor suwakowy BXD600 640VA 16,5 Ω /5,2A oraz obciążenie elektroniczne Statron 3227.1
- Elementy konstrukcyjne i wykonawcze niezbędne do prawidłowej i bezawaryjnej pracy stanowiska badawczego
- Zasilanie stanowiska: sieciowe 1-fazowe, 230 V AC, 50 Hz

1.3. Schemat stanowiska



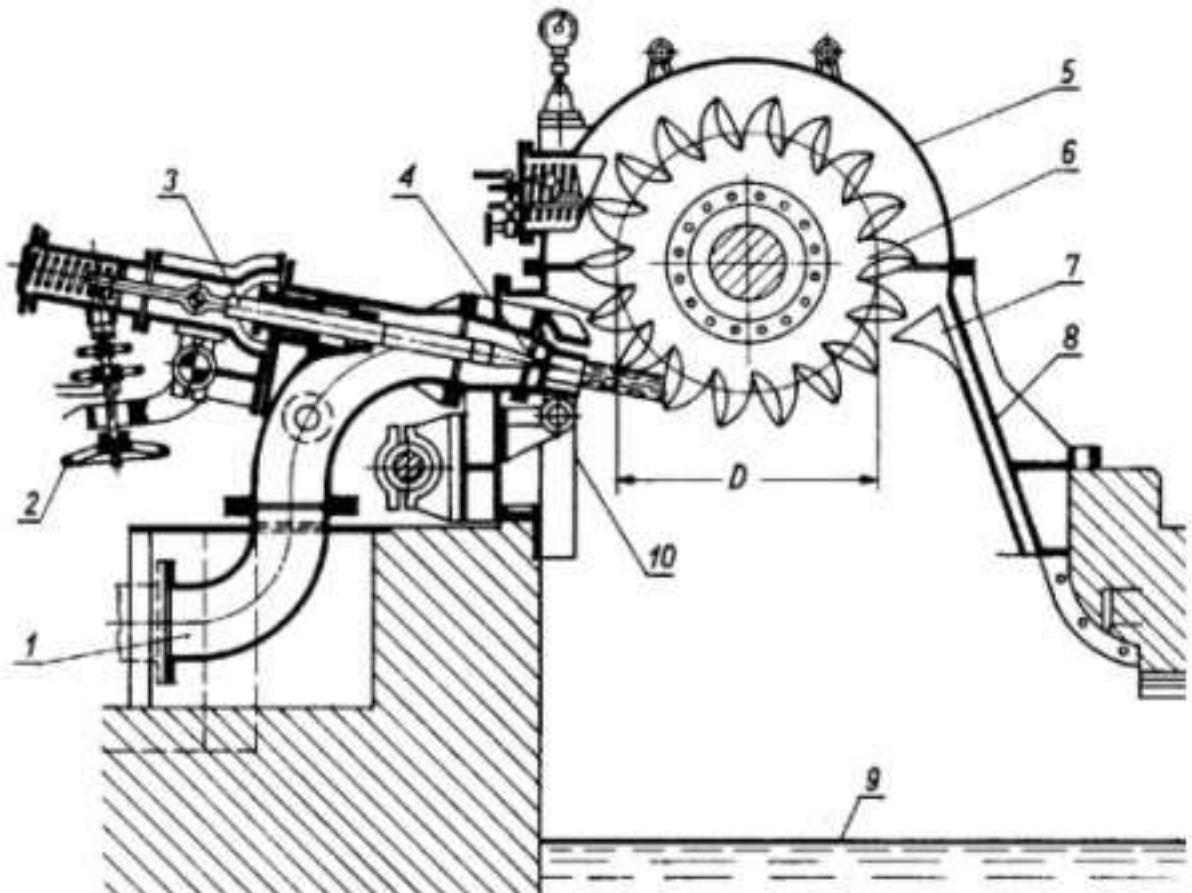
Rys. 1: Schemat technologiczny stanowiska MD-217L-1.

Legenda:

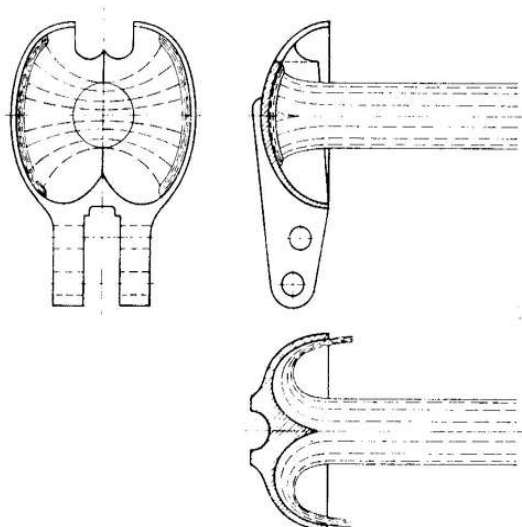
P1	Pompa wody	Q	Przeływomierz
p.	Przetwornik ciśnienia	n	Tachometr
G	Prądnicą prądu stałego	V	Woltomierz
A	Amperomierz		

1.4. Turbina Peltona – podstawy teoretyczne

W roku 1880, Amerykanin Lester A. Pelton wynalazł turbinę natryskową, która została nazwana turbiną Peltona. Turbiny Peltona (rys. 2) stosowane są do dużych spadów sięgających nawet do 2000 m. Całkowity spad statyczny pomniejszony o straty przepływu zostaje zamieniony w dyszy na energię prędkości strumienia wody, która to jest przekazywana wirnikowi składającemu się z łopatek w postaci czarek oraz tarczy kołowej z piastą. Spotyka się wirniki wykonane w postaci odlewu lub też czarki mogą być osobnymi odlewami połączonymi z tarczą za pomocą śrub i klinów. Wirnik wykonany w postaci całego odlewu jest droższy w użyciu, gdyż w przypadku uszkodzenia podczas eksploatacji łopatkę należy wymienić cały odlew, a nie jedynie uszkodzoną łopatkę .

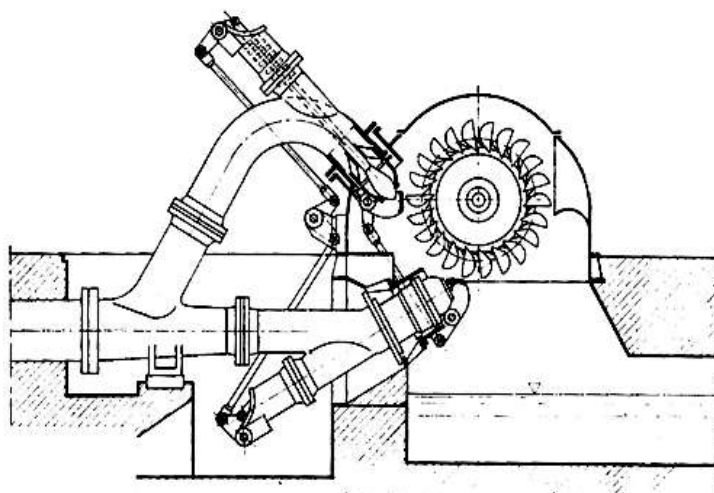


Rys. 2: Turbina Peltona, 1 – rurociąg doprowadzający, 2 – sterowanie ręczne, 3 – urządzenie przesuwające iglicę, 4 – dysza z iglicą, 5 – osłona wirnika, 6 – wirnik turbiny, 7 – odcinacz wody, 8 – korpus turbiny, 9 – kanał odpływowy, 10 – odchylacz strumienia.

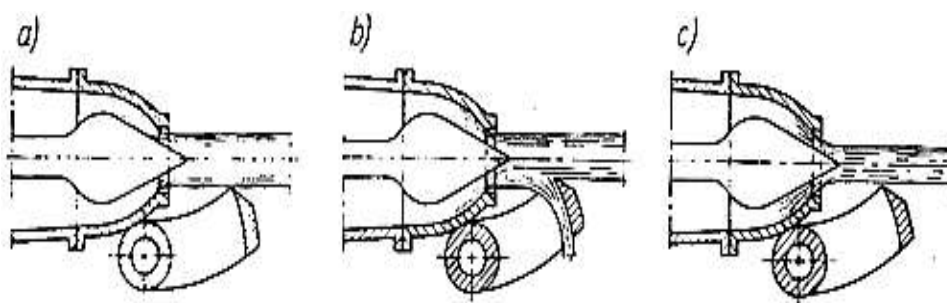


Rys. 3: Łopaska wirnika turbiny Peltona.

Kierownica turbiny Peltona zbudowana jest z jednej lub kilku dysz, które natryskują wodą łopatki wirnika (rys. 3). Natężenie przepływu wody zmienia się za pomocą przesunięcia osiowo dyszy osadzonej współosiowo z iglicą, co powoduje zwiększenie lub zmniejszenie otworu wypływowego. Aby zwiększyć szybkości turbiny Peltona stosuje się kilka wirników na wspólnym wale i natryskiwanie każdego osobno z kilku dysz. Turbiny Peltona z wałem pionowym wykorzystują jeden wirnik natryskiwany z jednej, dwóch, trzech, czterech nawet sześciu dysz. W turbinach Peltona z wałami poziomymi wirniki osadzone na jednym wale nie przekraczają trzech sztuk a każdy jest natryskiwany z jednej lub dwóch dysz (rys. 4). Spotykane były także turbiny Peltona z wirnikami natryskiwanyymi z trzech dysz, lecz niestety takie rozwiązanie powodowały nagłe obniżenie mocy podczas pracy owej turbiny w trakcie zderzenia z łopatką strumieni spływających z sąsiednich dysz. Podobne sytuacje wpłynęły na stosowanie tylko dwóch dysz na jeden wirnik w turbinach o wałach poziomych oraz o stosowaniu do sześciu dysz na wirnik w przypadku turbin o wałach pionowych. Odchylacz strumienia (rys. 6) lub odcinacz (rys. 5), czyli ruchome ostrze stosuje się jako kolejny element sterujący poza iglicą regulacyjną, aby uniknąć niebezpiecznego dla rurociągu wzrostu ciśnienia. Urządzenia pomocnicze mają za zadanie odchylenie strumienia lub też jego odcięcie przy znacznym obciążeniu turbiny, a co za tym wiąże pozwalają na powrót iglicy z położenia pierwotnego do stanu, w którym zostanie zmniejszone obciążenie. Wraz z przesunięciem iglicy przymykającej otwór wypływowy odchylacz lub odcinacz zostaje cofnięty ze strumienia do położenia pierwotnego.

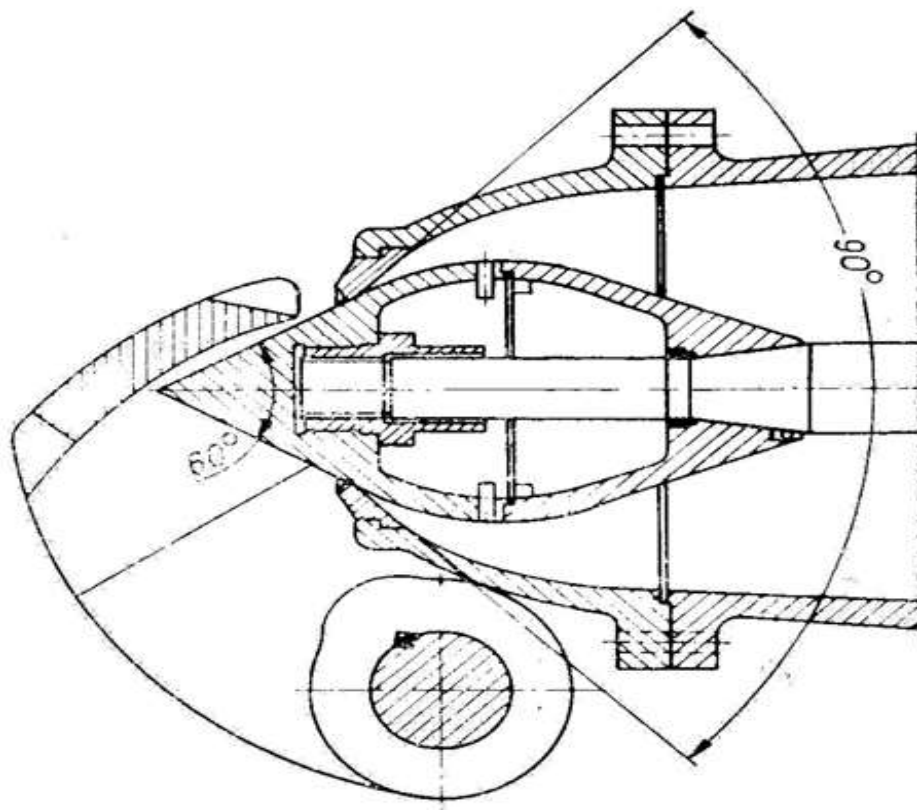


Rys. 4: Jednowirnikowa turbina Peltona o wale poziomym z dwoma dyszami.



Rys. 5: Odcinacz strumienia turbiny Peltona: a) położenie przed odciążeniem b) położenie bezpośrednio po nagłym odciążeniu, c) położenie po ustaleniu się zmniejszonego obciążenia.

Aby uniknąć zanurzenia łopatek w kanale odpływowym przy najwyższym poziomie wody należy zwrócić szczególną uwagę na ustawienie turbiny. Przy ustalaniu spadku należy także uwzględnić duże wahania poziomu wody oby podczas ich wirnik nie znajdował się znacznie ponad tym poziomem.



Rys. 6: *Odchylacz strumienia turbiny Peltona. .*

2. Obsługa stanowiska

2.1. Wskazówki ogólne

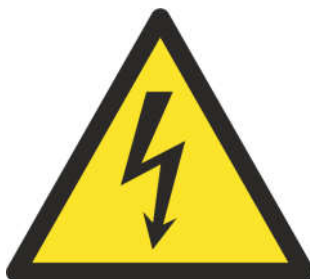
1. Należy zapoznać się ze schematem technologicznym stanowiska, jego rzeczywistą budową oraz rolą jego poszczególnych elementów.
2. Stanowisko należy użytkować jedynie przy zablokowanych kółkach.
3. Nie wolno stawać na konstrukcji profilowej stanowiska.
4. Nie wolno demontować urządzeń, ich części oraz osłon, ani wykonywać innych czynności zagrażających bezpieczeństwu własnemu oraz innych osób przebywających przy stanowisku.
5. Wszelkie zauważone nieprawidłowości (np. uszkodzenia urządzeń, uszkodzenie izolacji elektrycznej, uszkodzenia osłon, nieszczelności itp.) należy natychmiast zgłaszać osobie prowadzącej zajęcia.
6. Nie wolno zmieniać ustawień roboczych stanowiska bez instruktażu i zezwolenia osoby prowadzącej zajęcia dydaktyczne.

Ważne!

Nie wolno stawać na konstrukcji profilowej stanowiska!

2.2. Bezpieczeństwo pracy z urządzeniami elektrycznymi

1. Zasilanie główne stanowiska: 230 V AC, 50/60 Hz:
2 niezależne wtyki zasilające – konsola sterująca, szafa sterownicza.
2. Zasilanie stanowiska należy włączyć łącznikiem głównym na elewacji stanowiska.
3. Urządzenia elektryczne oznaczono symbolem:



4. Należy przestrzegać ogólnych przepisów użytkowania instalacji oraz szczegółowych zaleceń eksploatacyjnych urządzeń elektrycznych i elektronicznych.

5. Napięcie bezpieczne (robocze i dotyku) w zależności od warunków środowiskowych wynosi:
 - a) dla prądu przemiennego:
 - 50 V (pomieszczenia suche),
 - 25 V (pomieszczenia mokre i gorące);
 - b) dla prądu stałego:
 - 120 V (pomieszczenia suche),
 - 60 V (pomieszczenia mokre i gorące).
6. Skutki oddziaływania prądu przemiennego na człowieka:
 - $I > 25 \text{ mA}$ – początek skurczów mięśni;
 - $I > 70 \text{ mA}$ – początek migotania komórek sercowych;
 - $I > 200 \text{ mA}$ – migotanie komórek serca (skurcz mięśni sercowych – ograniczenie krążenia krwi);
 - $I > 3 \text{ A}$ – paraliż i zatrzymanie pracy serca;
 - $I > 5 \text{ A}$ – zwęglenie tkanek organizmu.
7. **Osobie, która uległa porażeniu prądem elektrycznym, należy bezzwłocznie udzielić pierwszej pomocy!**

2.3. Zespół doprowadzenia wody

- 1 Przed rozpoczęciem pracy należy napełnić wodą zbiornik.
 - 1.1 Zalecany poziom wody w zbiorniku wynosi: $\frac{3}{4}$ wysokości zbiornika
 - 1.2 Minimalny poziom wody w zbiorniku wynosi: $\frac{1}{2}$ wysokości zbiornika
 - 1.3 Nie wolno prowadzić eksperymentów przy opróżnionym zbiorniku zasilającym. Nieprzestrzeganie tej zasady grozi uszkodzeniem pompy (suchobieg)

Ważne!

Nie wolno prowadzić eksperymentów przy opróżnionym zbiorniku zasilającym!

2.4. Oprogramowanie

1. Do pracy na stanowisku MD-217L-1 wymagane jest oprogramowanie MD-Lab217L-1.
2. Do stanowiska MD-217L-1 **nie wolno podłączać innego oprogramowania** niż MD-Lab217L-1. Niespełnienie tego warunku grozi uszkodzeniem stanowiska.

3. Wymagania sprzętowe: komputer klasy PC z systemem operacyjnym Windows 7 lub nowszym, monitor o rozdzielczości min. 1600 x 900.
4. Wymagania pozostałe: zainstalowane bezpłatne środowisko uruchomieniowe *LabVIEW Run-Time Engine* oraz *NI-VISA Run-Time Engine*, dostarczone razem ze stanowiskiem (oprogramowanie jest także dostępne do pobrania na stronie producenta: <http://www.ni.com>).

Ważne!

Do stanowiska MD-217L-1 nie wolno podłączać oprogramowania innego niż MD-Lab217L-1.

2.5. Konserwacja i przechowywanie stanowiska

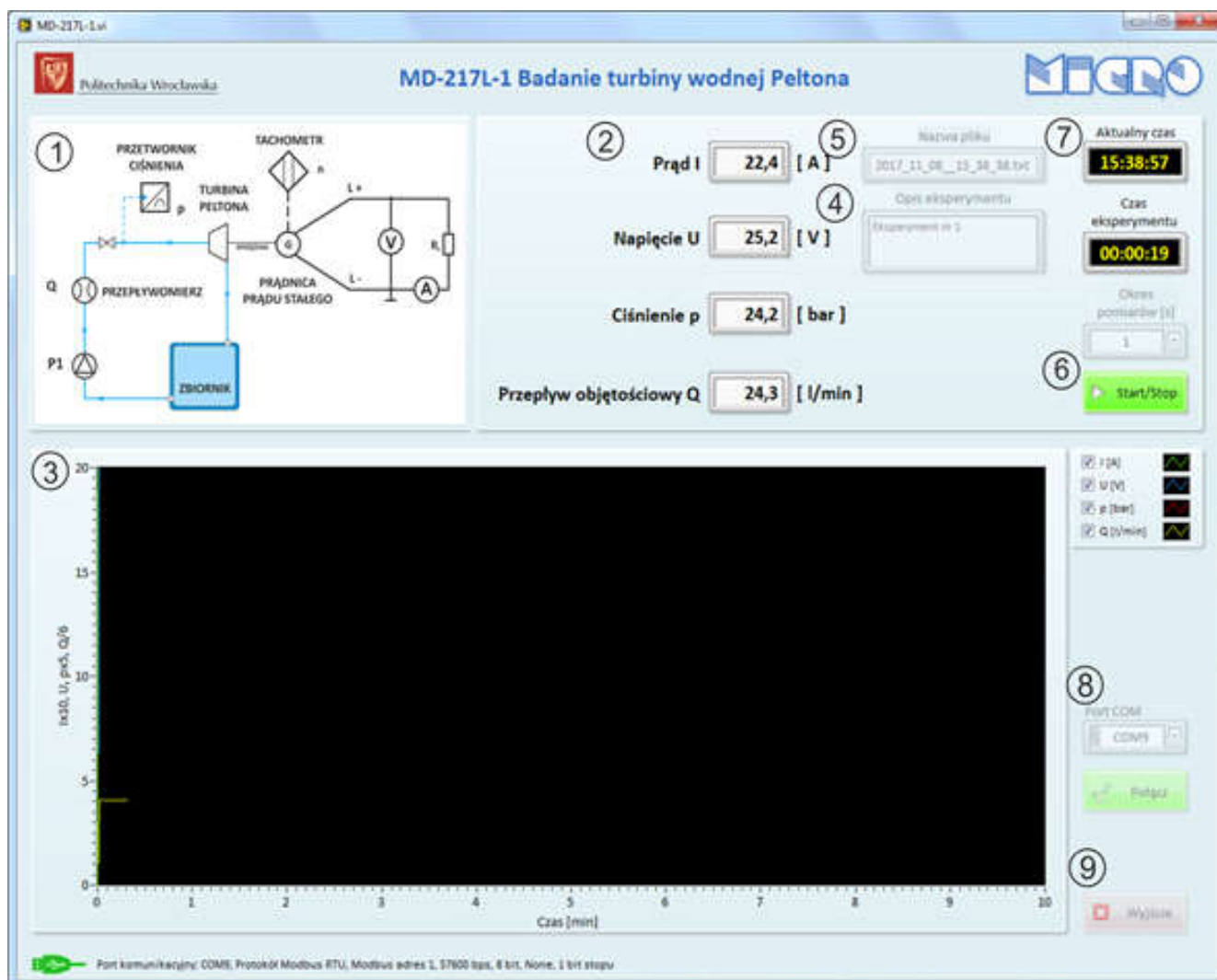
1. Stanowisko należy przechowywać i użytkować w pomieszczeniu zamkniętym.
2. Stanowisko jest wyposażone w kółka z blokadą – należy pamiętać, aby podczas ćwiczeń kółka były zablokowane.
3. Konstrukcję stanowiska czyścić delikatnie zwilżoną szmatką/gąbką lub przedmuchiwać sprężonym powietrzem.
4. Zbiorniki i instalację należy czyścić czystą wodą .
5. W okresie bez zajęć dydaktycznych należy przechowywać stanowisko z opróżnionymi zbiornikami. Przed ponownym użyciem należy kilkakrotnie przepłukać instalację i zbiorniki czystą wodą.

Ważne!

Nieprzestrzeganie zaleceń omówionych w punktach 2.1. - 2.5. grozi uszkodzeniem stanowiska!

3. Oprogramowanie MD-217L-1

3.1. Opis interfejsu



Rys. 7: Okno startowe programu MD-Lab217L-1

Lp.	Nazwa	Opis
1.	Schemat	Schemat technologiczny stanowiska
2.	Pomiary	Prezentacja liczbowa danych pomiarowych ze stanowiska
3.	Wykres i legenda	Graficzna prezentacja danych pomiarowych
4.	Opis eksperymentu	Umożliwia dodanie komentarza użytkownika do pliku z danymi pomiarowymi
5.	Nazwa pliku	Nazwa pliku-generowana automatycznie-zawiera datę i godzinę

6.	Przycisk Start/Stop	Rozpoczęcie/zakończenie pomiaru
7.	Czas eksperymentu, aktualny czas, okres pomiarów	Informacje o czasie trwania eksperymentu i okresie próbkowania
8.	Ustawienia komunikacji	Opcje wyboru portu COM
9.	Przycisk Wyjście	Zamyka program.

3.2. Uruchomienie programu

1. Uruchomić aplikację MD-Lab 217L-1.
2. Wybrać odpowiedni **port COM** (Rys. 8), a następnie nawiązać połączenie ze stanowiskiem używając przycisku **Połącz** (Rys. 9).



Rys. 8: Wybór portu COM



Rys. 9: Przycisk Połącz

4. Ćwiczenia - Pomiar charakterystyk zespołu turbiny przy stałym zasilaniu

4.1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zbadanie zachowania zespołu: turbiny Peltona z generatorem przy zmiennym obciążeniu, a stałym zasilaniu turbiny (stałym przepływie).

Podczas ćwiczenia pompa będzie pracowała ze stałą wydajnością, a zawór regulacyjny będzie w stałej pozycji.

Podczas pracy zmieniane będzie obciążenie generatora – od minimalnego (rozwarcie) do maksymalnego (zwarcie).

Na podstawie zarejestrowanych danych wyznaczone zostaną charakterystyki mocy i sprawności w funkcji wartości obciążenia. Ponadto zostanie określony punkt mocy maksymalnej.

Przeprowadzając pomiary w kilku seriach o zmiennych warunkach pracy (inne zasilanie), można śledzić zmiany charakterystyk oraz uzyskiwanej mocy maksymalnej.

4.2. Program ćwiczenia

1. Należy zbudować odpowiedni układ pomiarowy – do wyprowadzeń bananowych stanowiska podłączyć odpowiednie obciążenie elektryczne. Jak będzie realizowana praca bez obciążenia ($R \rightarrow \infty$) oraz z maksymalnym obciążeniem ($R \rightarrow 0$)?
2. Należy włączyć program do obsługi stanowiska i nawiązać połączenie.
3. Należy włączyć otworzyć zawór i włączyć pompę.
4. Następnie należy ustalić punkt pracy pompy – ustawić wydajność pompy oraz dławienie na zaworze. Na przykład: pompę ustawić na maksymalną wydajność, zaworem ograniczyć przepływ do 50% wartości maksymalnej.
5. Zapisać w karcie pomiarowej ciśnienie oraz przepływ w przyjętym punkcie pracy.
6. Zmierzyć i zapisać w karcie pomiarowej parametry elektryczne bez obciążenia.
7. Wprowadzić obciążenie i stopniowo zwiększając jego wartość zapisywać w karcie pomiarowej parametry elektryczne.
8. Zmierzyć i zapisać w karcie pomiarowej parametry elektryczne przy maksymalnym obciążeniu.
9. Wyłączyć obciążenie i wyłączyć pompę.

4.3. Opracowanie wyników:

1. Jeśli zostało zapisane inaczej, to należy wyrazić zapisane wartości w jednostkach SI: ciśnienie w paskalach, przepływ objętościowy w metrach sześciennych na sekundę, napięcie w woltach, prąd w amperach.
2. Na podstawie uzyskanych danych pomiarowych obliczyć moc uzyskaną, moc dostarczoną oraz sprawność układu.
3. Wykreślić charakterystyki mocy i sprawności w funkcji wartości obciążenia.
4. Sformułować wnioski.
5. Przykład tabeli pomiarowej

Wielkość	Symbol	Jednostka	1	2	3	4	5	6	7
Ciśnienie przed dyszą (wzgl. atm)	p	bar							
		Pa							
Przepływ objętościowy	Q_V	$\frac{l}{min}$							
		$\frac{m^3}{s}$							
Napięcie generatora	U	V							
Prąd generatora	I	A							
Obciążenie	R	Ω							
Moc uzyskana	$P_G = U I$	W							
Moc dostarczona	$P_P = p Q_V$	W							
Sprawność układu	$\eta = \frac{P_G}{P_P}$	%							