



Politechnika Wrocławska
Wydział Techniczno-Przyrodniczy

MD-2212L

Stanowisko do badania podgrzewacza wody z płaskim kolektorem słonecznym

Stanowisko 8

Spis treści

1. Charakterystyka stanowiska.....	3
1.1. Wstęp.....	3
1.2. Wyposażenie stanowiska.....	3
1.3. Schemat stanowiska.....	5
1.4. Parametry kolektora KS2100 TP AC.....	6
1.5. Zespół pompowo-sterowniczy ZPS 18e-01 ECO.....	6
1.6. Sterownik grupy pompowej G-422-P07 – podstawy obsługi.....	8
2. BHP w systemach energetyki odnawialnej	11
2.1. Cykl życia małoskalowej instalacji energetyki odnawialnej [1].....	11
2.2. Klasyfikacja zagrożeń.....	11
2.3. Zagrożenia podczas montażu i konserwacji.....	12
2.4. Zagrożenia podczas podłączenia do infrastruktury i eksploatacji	12
3. Obsługa stanowiska.....	14
3.1. Wskazówki ogólne.....	14
3.2. Oświetlacz halogenowy.....	14
3.3. Zalecenia eksploatacyjne.....	15
3.4. Konserwacja i przechowywanie stanowiska.....	15
3.5. Czynniki robocze.....	15
3.6. Bezpieczeństwo pracy z urządzeniami elektrycznymi.....	17
3.7. Postępowanie w przypadku awarii.....	17
3.8. Oprogramowanie.....	18
5. Oprogramowanie MD-Lab: MD-2212L.....	19
1. Opis interfejsu.....	19
3.9. Uruchomienie programu.....	20
4. Ćwiczenia – Badanie sprawności cieplnej i roboczej kolektora	22
4.1. Cel ćwiczenia.....	22
4.2. Program ćwiczenia.....	23
4.3. Analiza danych pomiarowych.....	23
5. Wykaz materiałów uzupełniających.....	25
5.1. Załączniki.....	25
5.2. Bibliografia.....	25

1. Charakterystyka stanowiska

1.1. Wstęp

Stanowisko dydaktyczne MD-2212L stanowi przykład rzeczywistej instalacji solarnej ze zbiornikiem CWU oraz płaskim kolektorem słonecznym i zespołem ZPS 18e-01 ECO produkcji Hewalex i służy do prezentacji przenoszenia energii promieniowania słonecznego do energii cieplnej.

Wyposażenie stanowiska stanowi komercyjny kolektor płaski z możliwością regulacji kąta nachylenia w pionie oraz instalacja z wymiennikiem ciepła z dwoma niezależnymi obiegami – solarnym oraz podgrzewanej wody.

Stanowisko przeznaczone jest do pracy w laboratorium/pracowni z oświetlaczem lub ze światłem słonecznym.

Stanowisko przeznaczone jest do pracy w laboratorium/pracowni – z oświetlaczem lub oświetleniem naturalnym.

Stanowisko umożliwia:

- Zapoznanie się z funkcjami i budową obiegu solarnego wykorzystującego kolektor płaski.
- Określenie mocy netto.
- Wyznaczenie efektywności energetycznej kolektora.
- Badanie zależności pomiędzy różnicą temperatur (kolektor/ otoczenie) i efektywnością energetyczną kolektora
- Badanie właściwości kolektora w zależności od natężenia oświetlenia.
- Porównanie pracy układu badanego przy oświetleniu naturalnym i sztucznym.
- Obsługa instalacji kolektorów słonecznych.

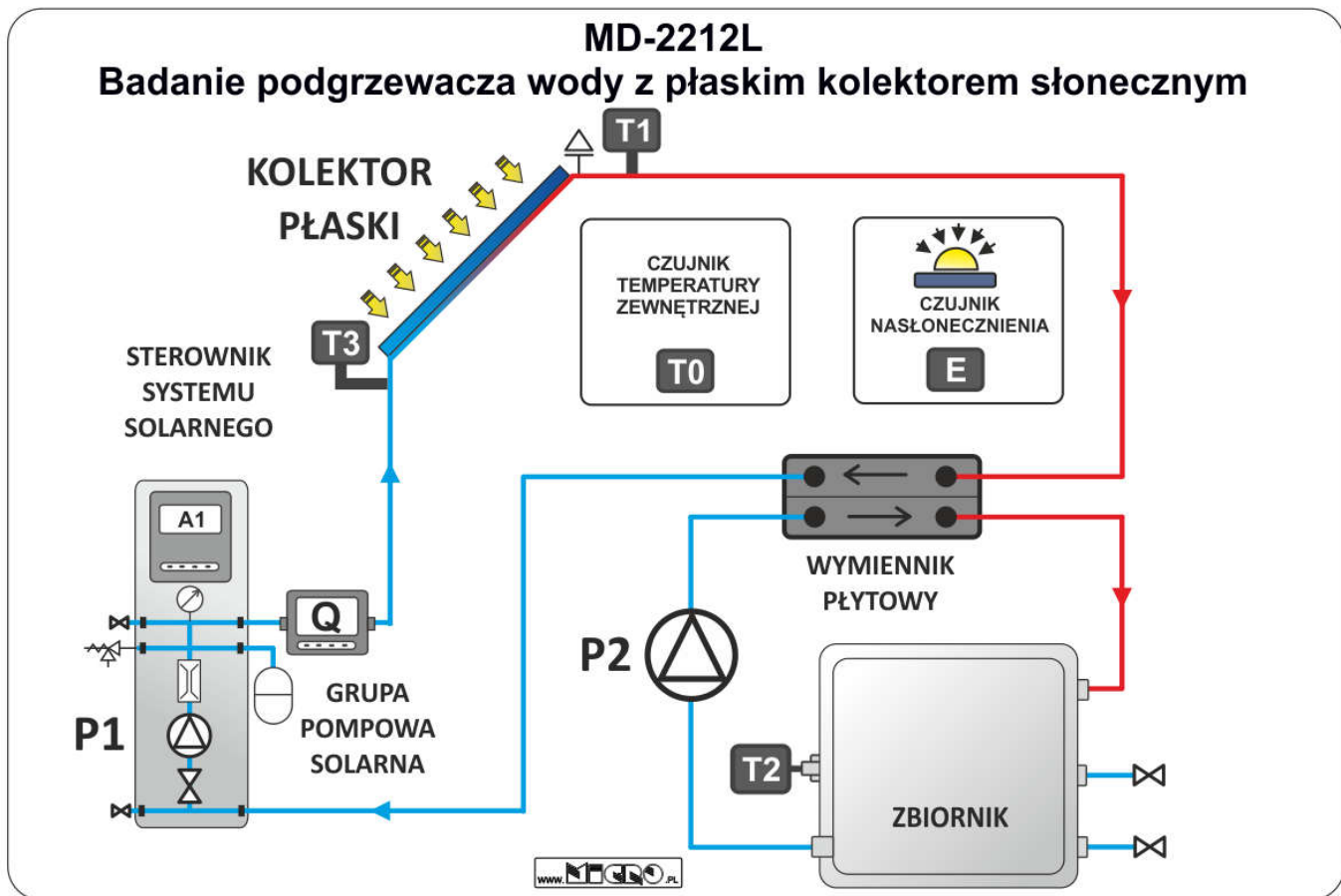
Schemat stanowiska został zamieszczony na **Rysunku 1**.

1.2. Wyposażenie stanowiska:

- Kolektor słoneczny KS2100 TP AC – 1 kpl.
- Konstrukcja nośna stanowiska badawczego wykonana z profili aluminiowych – 1 kpl.
- Zespół pompowo-sterowniczy ZPS 18e-01 ECO Hewalex– 1 szt.
- Sterownik solarny G-422-P07 Hewalex – 1 kpl.
- Czujniki temperatury Pt1000 (T0 – T4) – 4 szt.
- Przepływomierz SM6000 ifm (zakres 25 l/min) – 1 szt.
- Solarne naczynie przeponowe o pojemności 8 l – 1 kpl.

- Wymiennik płytowy – 1 kpl.
- Pompa obiegowa CWU – 1 kpl.
- Zbiornik CWU 50l – 1 kpl.
- Elementy systemu połączeniowego dla kolektora, grupy solarno-pompowej, zbiornika, itd. – 1 kpl.
- Płyn solarny (glikol propylenowy).
- Moduł oświetlacza: oświetlacz halogenowy o mocy 3,2 kW z możliwością regulacji natężenia światła – 1 kpl.
- Schemat stanowiska – 1 szt.
- Zasilanie stanowiska: sieciowe 1-fazowe, 230 V AC, 50 Hz.
- Oprogramowanie MD-Lab: dedykowane oprogramowanie umożliwiające wizualizację i eksport danych eksperymentalnych.
- Konwerter USB do podłączania stanowiska z PC wraz z zestawem przewodów.

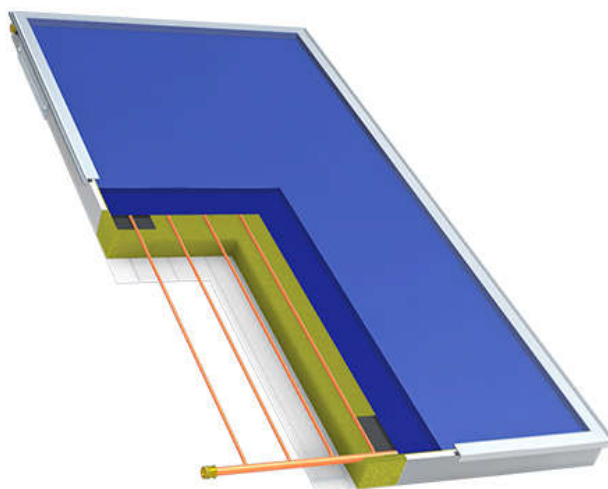
1.3. Schemat stanowiska



Legenda:

- T0 Temperatura otoczenia
- T1 Temperatura na wylocie kolektora
- T2 Temperatura w zbiorniku
- T3 Temperatura na wlocie kolektora
- E Czujnik natężenia oświetlenia (pyranometr)
- ZB1 Model zbiornika CWU z węzownicą
- P1 Grupa pomпова z pompą solarną
- P2 Pompa obiegowa
- Q Przepływomierz

1.4. Parametry kolektora KS2100 TP AC



Rys. 2: Przykład kolektora **KS2100 TP AC**,
Źródło: www.hewalex.pl

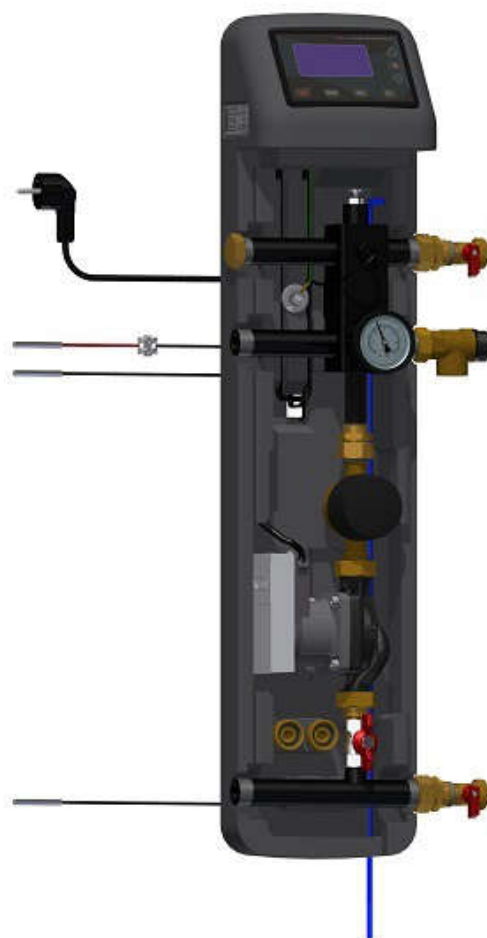
W poniższej tabeli przedstawiono parametry miniaturowego kolektora JNSC.

Lp.	Parametr	Opis
1	Typ	Kolektor płaski
2	Rodzaj absorbera	aluminium i miedź (Al-Cu)
3	Długość:	2018 mm
4	Szerokość:	1037 mm
5	Wysokość:	89 mm
6	Powierzchnia brutto:	2,090 m ²
7	Powierzchnia czynna (apertury):	1,820 m ²
8	Pojemność cieczowa:	0,85 l
9	Ciężar:	34,4 kg
10	Sprawność optyczna:	80,8 %
11	Współczynnik strat ciepła a_1 :	3,334 W/(m ² K)
12	Współczynnik strat ciepła a_2 :	0,020 W/(m ² K ²)
13	Sprawność optyczna η_0	0,808

Źródło: www.hewalex.pl

1.5. Zespół pompowo-sterowniczy ZPS 18e-01 ECO

Na Rys. 3 przedstawiono grupę pompową wykorzystaną na stanowisku dydaktycznym.



Rys. 3: Zespół ZPS 18e-01 ECO, Źródło: www.hewalex.pl

W tabeli przedstawiono parametry grupy pompowej:

Lp.	Parametr	Opis
1	Maksymalny przepływ:	21 l/min.
2	Maks. wysokość podnoszenia w punkcie zerowym (0 l/min.)	6,8 m
3	Maks. wysokość podnoszenia dla 21 l/min.	4,0 m
4	Maksymalna temperatura pracy:	120 °C
5	Maksymalne ciśnienie pracy:	6 bar
6	Króćce:	3/4"
7	Szerokość:	215 mm
8	Wysokość:	845 mm

Źródło: www.hewalex.pl

1.6. Sterownik grupy pompowej G-422-P07 – podstawy obsługi

Ekran sterownika

Na Rys. 4 przedstawiono sterownik grupy pompowej - G-422-P07.



Rys. 4: Sterownik grupy pompowej G-422-P07, źródło: www.hewalex.pl

Sterownik G422 wyposażony jest w 4 wejścia umożliwiające podłączenie czujników temperatury typu NTC10k Ω , trzy wyjścia umożliwiające podłączenie urządzeń zewnętrznych, pomp lub zaworów trójdrożnych w zależności od wybranego schematu instalacji oraz elektronicznego przepływomierza.

Poniżej przedstawiono funkcje przycisków sterownika [1]:

- Przycisk **ON/OFF** – włączenie sterownika do normalnego trybu pracy lub wyłączenie sterownika do trybu czuwania.
- Przycisk **MENU** – wejście do menu sterownika z poziomu ekranu głównego.
- Przycisk **INFO** – dane teleadresowe firmy HEWALEX lub bezpośrednie wejście do ekranu funkcji urlopowej (przytrzymanie przycisku przez 5 sekund).

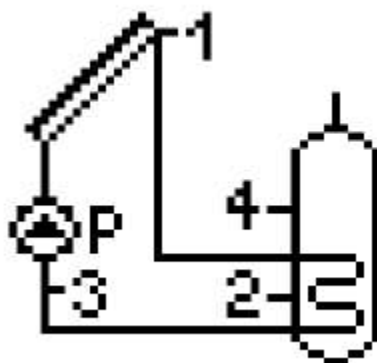
- Przycisk **ESC** – anulowanie wszystkich czynności sterownika lub powrót do poprzedniego ekranu.
- Przycisk **OK** – zatwierdzanie wszystkich czynności sterownika lub przejście do następnego ekranu.
- Przycisk **DOWN** (∇) – wybór wszystkich opcji sterownika (kierunek w dół) lub zmiana (zmniejszanie) wszystkich wartości dostępnych w sterowniku.
- Przycisk **UP** (Δ) – wybór wszystkich opcji sterownika (kierunek do góry) lub zmiana (zwiększanie) wszystkich wartości dostępnych w sterowniku.

Obsługa sterownika

Szczegółowy opis funkcji sterownika zawarto w instrukcji obsługi – zał. 1

1. Sterownik posiada **hasło systemowe 0110**, zabezpieczające funkcje sterownika przed działaniem osób nieuprawnionych oraz dzieci.
2. Naciśnięcie przycisku **Menu** i wpisanie hasła spowoduje wejście do głównego MENU sterownika.
3. Klawiszami nawigacyjnymi **UP** lub **DOWN** podświetlamy wybraną opcję i zatwierdzamy ją za pomocą przycisku **OK**. Następnie klawiszami nawigacyjnymi **UP** / **DOWN** wybieramy parametr, następnie zatwierdzamy go przyciskiem **OK** (widoczne będzie pulsowanie wartości). Klawiszami nawigacyjnymi zmieniamy parametr i zatwierdzamy przyciskiem **OK**. Naciśnięcie przycisku **ESC** powoduje powrót do poprzedniego ekranu.
4. Sterownik umożliwia obsługę 16 układów sterowania (schematów instalacji).

Schemat elektryczny instalacji zastosowanej na stanowisku przedstawiono na Rys. 5.



Rys. 5: Schemat instalacji na stanowisku – schemat nr 1

Schemat ten, oznaczony nr 1 w sterowniku, realizuje podstawowy układ sterowania pompą kolektorów słonecznych. Grupa pompowa może pracować w dwóch trybach:

- Sterowanie pompą kolektorową P – **wyłączona** regulacja obrotowa pompy P – praca w trybie załącz/wyłącz.
- Sterowanie pompą kolektorową P – **włączona** regulacja obrotowa pompy P – sterowanie sygnałem PWM.

Schemat instalacji ustala się opcją **Wybór schematu**.

5. Podstawowe parametry – które należy zdefiniować na początku pracy z grupą pompą:

- Typ kolektora słonecznego: rurowy.
 - Różnica temp. T1, T2 włącz. pompy kolektorów: 6 °C.
 - Regulacja obrotów pompy kolektorów: TAK.
6. Parametry sterownika zawarto w zał. 1 str. 15-16.

2. BHP w systemach energetyki odnawialnej

2.1. Cykl życia małoskalowej instalacji energetyki odnawialnej [1]

Cykl życia małoskalowych instalacji energetyki odnawialnej dzieli się na następujące etapy:

- projekt instalacji,
- produkcja,
- transport,
- montaż,
- podłączenie do infrastruktury,
- eksploatacja i konserwacja,
- wycofanie z eksploatacji,
- unieszkodliwienie/recykling.

Z każdym z powyższych etapów związane są różne rodzaje zagrożeń związanych z bezpieczeństwem i higieną pracy. Większość zagrożeń związanych z instalacjami energetyki odnawialnej występuje również w innych branżach np. elektrycznej, hydraulicznej, dekarzkiej.

Część kwestii związanych z bezpieczeństwem można zatem rozwiązać wykorzystując istniejącą wiedzę z obszaru BHP wspomnianych branż.

2.2. Klasyfikacja zagrożeń

Do głównych kategorii zagrożeń dla BHP związanych z energetyką odnawianą zaliczamy:

- zagrożenia związane z pracą na wysokości, np. upadki, uszkodzenia ciała itp.;
- zagrożenia elektryczne, np. porażenia prądem i ich następstwa itp.;
- zagrożenia pożarowe, np. poparzenia, zniszczenie mienia itp.;

Każda z powyższych grup występuje we wszystkich etapach obsługi instalacji energii odnawialnej. W zależności od rodzaju wykonywanej czynności inna grupa zagrożeń jest dominująca dla użytkownika.

2.3. Zagrożenia podczas montażu i konserwacji

Podstawowe zagrożenia związane z montażem i konserwacją systemów solarnych, fotowoltaicznych i turbin wiatrowych dotyczą pracy na wysokości. Obejmują one następujące zagadnienia:

- problem z dostępem do połaci dachowej;
- spadające przedmioty;
- upadki, potknięcia, poślizgnięcia się np. spowodowane śliską powierzchnią dachu;
- praca na uszkodzonych dachach;
- praca na dachach wykonanych z delikatnych lub kruchych materiałów;
- zaburzenia układu mięśniowo-szkieletowego wynikające z transportu ciężkich elementów konstrukcyjnych i pracy w nienaturalnej pozycji;
- praca w skrajnych temperaturach – zagrożenie wychłodzenia lub przegrzania organizmu.

Montaż i konserwacja instalacji solarnych niesie ryzyko poparzeń spowodowanych szybko nagrzewającą się powierzchnią kolektorów lub wyciekiem nagranego czynnika roboczego z instalacji.

Montaż i konserwacja instalacji fotowoltaicznych i turbin wiatrowych wiąże się także z zagrożeniami elektrycznymi takimi jak:

- praca w pobliżu linii napowietrznych znajdujących się w niewielkiej odległości od budynków;
- ryzyko porażenie prądem na skutek uszkodzenia instalacji fotowoltaicznej lub wiatrowej.

2.4. Zagrożenia podczas podłączenia do infrastruktury i eksploatacji

Podłączanie systemów energetyki odnawialnej do istniejącej infrastruktury wiąże się głównie z zagrożeniami elektrycznymi i pożarowymi.

Zagrożenia elektryczne

Wszystkie urządzenia elektryczne montowane i eksploatowane w systemach energetyki odnawialnej podlegają przepisom dotyczącym ochrony przeciwporażeniowej w urządzeniach elektroenergetycznych o napięciach do 1 kV [2].

Urządzenia i instalacje elektryczne bądź ich części, przy których są prowadzone czynności instalatorskie lub konserwacyjne, powinny być bezwzględnie:

- wyłączone z ruchu,
- skutecznie zabezpieczone przed ich przypadkowym uruchomieniem,
- pozbawione czynników powodujących zagrożenie.

Prace instalacyjne powinny być wykonywane przez osoby wykwalifikowane, posiadające aktualne uprawnienia elektryczne do 1 kV w zakresie montażu i eksploatacji urządzeń elektrycznych.

Ze względów bezpieczeństwa zaleca się, aby prace były wykonywane przez co najmniej dwie osoby.

Zagrożenia pożarowe

Nieprawidłowy montaż, instalacja i eksploatacja urządzeń i instalacji elektrycznych może być przyczyną powstawania pożarów.

Obiekty, w których prowadzi się prace związane z instalacją systemów energetyki odnawialnej powinny być wyposażone w środki i sprzęt gaśniczy.

Osoby dokonujące instalacji, jak i późniejsi użytkownicy systemów energetyki odnawialnej powinni znać i przestrzegać przepisów dotyczących ochrony przeciwpożarowej.

Instalatorzy oraz użytkownicy systemu energetyki odnawialnej powinni [2]:

- umieć postępować w razie wybuchu pożaru;
- ugasić urządzenia elektroenergetyczne oraz obiekty budowlane;
- właściwie korzystać ze środków gaśniczych;
- podejmować działania zapobiegające powstawaniu pożarów.

Substancje szkodliwe

Podczas podłączania instalacji solarnej instalator ma do czynienia z czynnikiem roboczym – roztworem glikolu propylenowego. Glikol propylenowy nie został sklasyfikowany jako niebezpieczny w myśl obowiązujących przepisów. Żadne szczególne zagrożenia nie są znane.

W warunkach normalnej eksploatacji instalacji solarnej i fotowoltaicznej nie dochodzi do narażenia na oddziaływanie substancji szkodliwych i niebezpiecznych.

3. Obsługa stanowiska

3.1. Wskazówki ogólne

1. Zapoznać się z budową stanowiska dydaktycznego oraz rolą jego poszczególnych elementów.
2. Nie włączać i nie wyłączać zasilania (w energię elektryczną i inne media) urządzeń bez polecenia osoby prowadzącej zajęcia dydaktyczne.
3. Nie wolno zmieniać ustawień roboczych stanowiska bez instruktażu i zezwolenia osoby prowadzącej zajęcia dydaktyczne.
4. Nie dotykać gorących fragmentów elementów instalacji np. zasilania zbiorników CWU ciepłym glikolem, obiegu CWU.
5. Nie manipulować przy pracujących urządzeniach.
6. Nie wolno demontować urządzeń, ich części oraz osłon, ani wykonywać innych czynności zagrażających bezpieczeństwu własnemu oraz innych osób przebywających w pracowni.
7. Wszelkie zauważone nieprawidłowości (np. uszkodzenia urządzeń, uszkodzenie izolacji elektrycznej, nieszczelności instalacji solarnej itp.) należy natychmiast zgłaszać osobie prowadzącej zajęcia.
8. Należy uważać, aby maszyny, przyrządy i aparatura pomiarowa nie uległy uszkodzeniom.
9. Po skończonych zajęciach pozostawić pracownię w ładzie i porządku.

3.2. Oświetlacz halogenowy

1. Oświetlacz halogenowy podwójne zasilanie 230 V AC. Załączanie/wyłączanie oświetlacza odbywa się w czterech segmentach za pomocą pokręteł wciskanych.
2. Należy unikać oślepiania innych uczestników zajęć.
3. **Obudowa oświetlaczy nagrzewa się podczas pracy. Należy zachować szczególną ostrożność podczas obsługi oświetlacza.**
4. Gorące powierzchnie oznaczono symbolem:



5. Oświetlacz składa się z ośmiu źródeł światła o mocy 400 W, pracujących parami w czterech segmentach. Łączna moc źródeł światła wynosi 3200 W.

6. Włączanie i wyłączanie oświetlenia odbywa się przez wciskanie pokrętła danej grupy.
7. Regulacja natężenia oświetlenia odbywa się przez obrót pokrętła danej grupy.
8. **Nie wolno dotykać źródeł światła – zarówno podczas pracy, jak i na wyłączonym stanowisku.**

3.3. Zalecenia eksploatacyjne

1. Instalacja solarna jest wypełniona roztworem wodnym z czynnikiem roboczym – glikolem propylenowym.
2. Przy prawidłowej eksploatacji układu solarnego należy wymieniać czynnik roboczy co 3 lata.
3. Należy okresowo sprawdzać wskazania manometru na instalacji czynnika roboczego. Ciśnienie glikolu powinno wynosić ok. 3 barów. W przypadku zbyt niskiego ciśnienia należy uzupełnić instalację ilości czynnika roboczego (glikolu).
4. Stanowisko można użytkować z oświetleniem naturalnym.
5. Należy zadbać właściwe warunki pracy kontrolera solarnego w pracowni. Kurz, pył oraz wilgoć mogą prowadzić do usterek układów sterujących.
6. **Nie należy włączać oświetlacza halogenowego przy wyłączonym stanowisku lub opróżnionym zbiorniku CWU!**

3.4. Konserwacja i przechowywanie stanowiska

1. Stanowisko należy przechowywać w pomieszczeniu zamkniętym.
2. Konstrukcję stanowiska czyścić delikatnie zwilżoną szmatką/gąbką lub przedmuchiwać sprężonym powietrzem.
3. W okresie bez zajęć dydaktycznych należy przechowywać stanowisko z opróżnionymi zbiornikiem CWU.
4. Powierzchnię kolektorów należy czyścić roztworem alkoholu izopropylowego.

3.5. Czynnik roboczy

Instalacja solarna jest wypełniona czynnikiem roboczym – glikolem propylenowym.

Glikol propylenowy nie został sklasyfikowany jako niebezpieczny w myśl obowiązujących przepisów. Żadne szczególne zagrożenia nie są znane.

Pierwsza pomoc — uwagi ogólne

W przypadku wystąpienia jakichkolwiek dolegliwości wezwać niezwłocznie lekarza lub przetransportować poszkodowanego do szpitala. Pokazać lekarzowi opakowanie lub etykietę.

Wdychanie

- Nie stwarza zagrożeń. Ryzyko zatrucia jest nieistotne.

Skóra

- Nie stwarza zagrożeń.

Oczy

- Upewnić się, czy poszkodowany nie nosi szkielek kontaktowych. Natychmiast płukać oczy, przytrzymując odchyłone powieki, dużą ilością czystej bieżącej wody. W razie utrzymywania się dolegliwości (podrażnienia) zwrócić się o pomoc do lekarza okulisty

Połknięcie

- Może spowodować niewielkie podrażnienie przewodu pokarmowego.

Postępowanie w przypadku pożaru

Zalecane środki gaśnicze

- CO₂, proszki gaśnicze, piany gaśnicze, mgła wodna.

Nieodpowiednie środki gaśnicze:

- Zwarte strumienie wody podawane na powierzchnię cieczy.

Szczególne zagrożenie ze strony produktów spalania i wydzielających się gazów:

- W trakcie pożaru może wydzielać się tlenek węgla i inne niebezpieczne produkty rozkładu termicznego.

Specjalne wyposażenie ochronne strażaków:

- Nosić izolacyjne aparaty oddechowe z niezależnym źródłem powietrza i kombinezony ochronne.

Inne uwagi:

- Usunąć ze strefy pożaru wszystkie osoby postronne
- Pojemniki zagrożone pożarem chłodzić rozpyloną wodą i w miarę możliwości ewakuować z zagrożonego rejonu

- Nie dopuszczać do przedostawania się skażonej wody i innych środków gaśniczych do systemu kanalizacyjnego

3.6. Bezpieczeństwo pracy z urządzeniami elektrycznymi

1. Zasilanie stanowiska dydaktycznego: 230 V AC,
2. Należy przestrzegać ogólnych przepisów użytkowania instalacji oraz szczegółowych zaleceń eksploatacyjnych urządzeń elektrycznych i elektronicznych.
3. 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).
4. 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.

5. Osobie, która uległa porażeniu prądem elektrycznym, należy bezzwłocznie udzielić pierwszej pomocy!

3.7. Postępowanie w przypadku awarii

Ubytek czynnika roboczego w instalacji solarnej

Gwałtowny ubytek czynnika roboczego w instalacji solarnej może być spowodowany:

1. Uszkodzeniami mechanicznymi przewodów solarnych;
2. Nieszczelnościami na łączeniu przewodów solarnych;
3. Pracą zaworu bezpieczeństwa.

4. Należy wyłączyć zasilanie stanowiska i zidentyfikować źródło nieszczelności.

Przyczyny samoczynnego wyłączenia instalacji solarnej

1. Zapowietrzenie układu glikolowego.
2. Przekroczenie maksymalnej temperatury w zbiorniku CWU przy braku odbioru ciepła.
3. Awaria pompy solarnej.
4. Uszkodzenie jednego z czujników temperatury.

3.8. Oprogramowanie

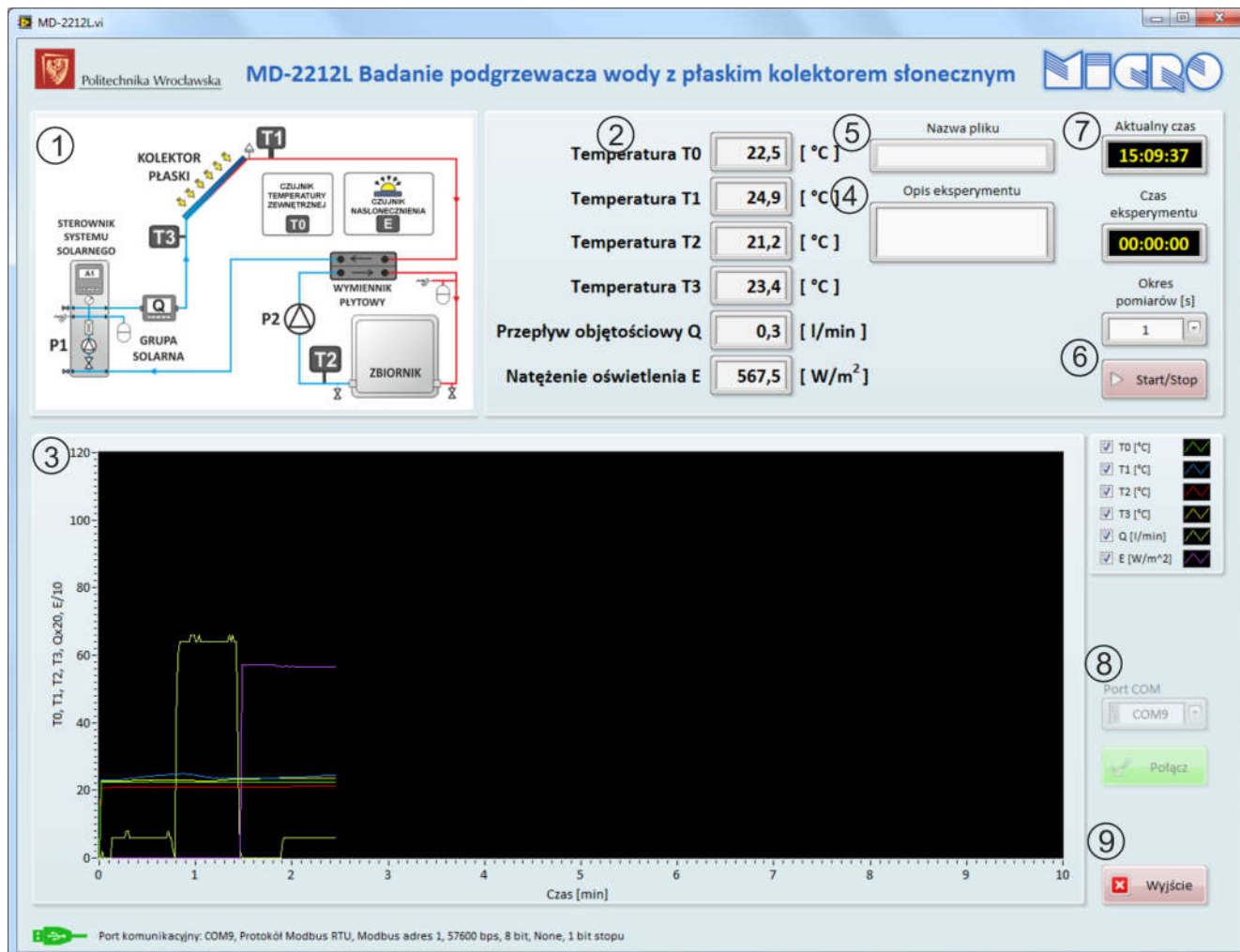
1. Do pracy na stanowisku MD-2212L wymagane jest oprogramowanie MD-2212L.
2. Do stanowiska MD-2212L **nie wolno podłączać innego oprogramowania** niż MD-2212L. Niespełnienie tego warunku grozi uszkodzeniem stanowiska.
3. Wymagania sprzętowe: komputer klasy PC z systemem operacyjnym Windows 7 lub nowszym, 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-2212L nie wolno podłączać oprogramowania innego niż przeznaczone.

5. Oprogramowanie MD-Lab: MD-2212L

1. Opis interfejsu



Rys. 6: Okno startowe programu MD-Lab dla stanowiska MD-2212L

Lp.	Nazwa	Opis
1.	Schemat	Schemat układu pomiarowego
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

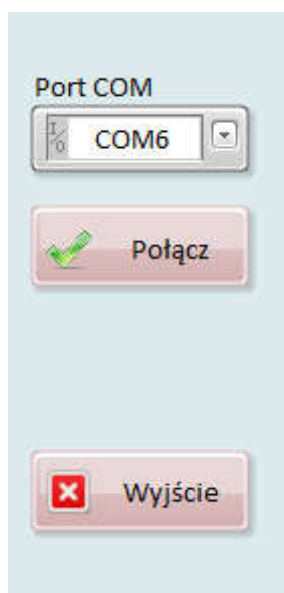
5.	Nazwa pliku	Nazwa pliku – generowana automatycznie – zawiera datę i godzinę
6.	Przycisk Start/Stop	Rozpoczęcie/zakończenie pomiaru
7.	Czas eksperymentu, aktualny czas, Okres pomiarów	Informacje o czasie trwania eksperymentu i okresie próbkowania
8.	Ustawienia komunikacji	Opcje wyboru portu COM.
8.	Przycisk Połącz	Nawiązuje połączenie między programem sterującym a regulatorem.
9.	Przycisk Zakończ	Zamyka program.

3.9. Uruchomienie programu

Uruchomić aplikację MD-2212L.

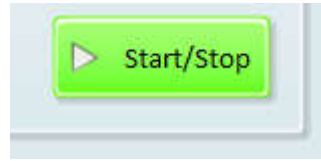
Program domyślnie uruchamia się w trybie oczekiwania, bez nawiązywania połączenia ze stanowiskiem.

Wybrać odpowiedni **port COM** (Rys. 7), a następnie nawiązać połączenie z regulatorem używając przycisku **Połącz**.



Rys. 7: Ustawienia komunikacji

Po nawiązaniu komunikacji należy uruchomić zapis do pliku przyciskiem Start/Stop (Rys. 8), który po rozpoczęciu zapisu będzie podświetlony na zielono.



Rys. 8: Zapis do pliku

4. Ćwiczenia – Badanie sprawności cieplnej i roboczej kolektora

4.1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z metodą wyznaczania sprawności cieplnej i roboczej kolektora płaskiego.

Sprawność cieplna kolektora jest określona jako stosunek energii absorbowanej przez płyn cyrkulujący w kolektorze do całkowitego natężenia promieniowania słonecznego padającego na powierzchnię brutto kolektora.

$$\eta_c = \frac{Q_u}{A E}$$

Gdzie:

η_c – sprawność cieplna kolektora

Q_u – moc użyteczna [W]

A – powierzchnia czynna kolektora [m²]

E – natężenie promieniowania słonecznego [W/m²]

Energję użyteczną wyznacza się z zależności Q_u :

$$Q_u = G_{H_2O} c_p (T_3 - T_1)$$

Gdzie:

T_1 – temperatura na wlocie kolektora [K]

T_3 – temperatura na wylocie kolektora [K]

G_{H_2O} – przepływ masowy wody [kg/s]

c_p – ciepło właściwe wody 4180 [J/(kgK)]

Sprawność optyczna kolektora jest wielkością stałą i jest to najwyższa teoretyczna sprawność kolektora przy braku strat ciepła. Sprawność robocza kolektora uwzględnia straty ciepła do otoczenia.

Sprawność robocza (chwilowa) kolektora η jest definiowana jako:

$$\eta = \eta_0 \left(\frac{a_1 T_{sr} - T_0}{E} - \frac{a_2 (T_{sr} - T_0)^2}{E} \right)$$

Gdzie:

a_1 – liniowy współczynnik strat ciepła [W/m²K]

a_2 – nieliniowy współczynnik strat ciepła [W/m^2K^2]

η_0 – sprawność optyczna kolektora – jest to największa teoretyczna sprawność kolektora przy założeniu braku strat ciepła do otoczenia

E – natężenie promieniowania słonecznego [W/m^2]

T_0 – temperatura otoczenia [K]

T_{sr} – temperatura średnia czynnika roboczego w kolektorze [K]:

$$T_{sr} = \frac{T_1 + T_3}{2}$$

4.2. Program ćwiczenia:

1. Sprawdzić, czy w zbiorniku CWU znajduje się woda.
2. Włączyć zasilanie stanowiska włącznikiem głównym.
3. Ustawić parametry grupy-pompowej:
4. Podać hasło : 0110
W menu głównym wybrać schemat instalacji: - **schemat nr 1**.
5. **Podstawowe parametry regulacji ustalić na:**
 - Typ kolektora słonecznego: płaski
 - Różnica temp. T_1 , T_2 włącz. pompy kolektorów: $4^\circ C$
 - Regulacja obrotów pompy kolektorów: TAK
(Parametry sterownika zawarto w zał.1 str. 15-16)
6. Załączyć pompę obiegową P2 przełącznikiem na elewacji szafy sterowniczej.
7. Załączyć oświetlacz na maksymalną moc (P_{max}).
8. Włączyć oprogramowanie narzędziowe MD-Lab, nawiązać komunikację i rozpocząć rejestrację danych.
9. Powtórzyć procedurę pomiarową przy ok. 75% wartości natężenia oświetlenia.

4.3. Analiza danych pomiarowych

1. Na podstawie uzyskanych danych pomiarowych oraz parametrów kolektora określić: powierzchnię czynną kolektora A , natężenie oświetlenia E , energię użyteczną Q_w , sprawność cieplną η_c oraz sprawność chwilową η .
2. Uwagi: w obliczeniach przyjąć, że czynnikiem roboczym jest woda.
3. Sporządzić wykres zależności temperatury czynnika roboczego w funkcji czasu: $T_1=f(t)$ oraz temperatury wody w zbiorniku CWU – $T_2=f(t)$, na wspólnym wykresie.

4. Sformułować wnioski.
5. Przykład poglądowej tabeli pomiarowej:

Tabela 1. Wyniki pomiarów								
Moc oświetlacza $P_{o\acute{s}w.} = \dots, (P_{max})$ Ilość wody $L = 50$ l								
t [min]	0	5	10	15	20	25	30	35
T1 [°C]								
T2 [°C]								
T3 [°C]								
T0 [°C]								
Q_v [l/min]								
E [W/m²]								
Moc oświetlacza $P_{o\acute{s}w.} = \dots, (75\% P_{max})$ Ilość wody $L = 50$ l								
t [min]	0	5	10	15	20	25	30	35
T1 [°C]								
T2 [°C]								
T3 [°C]								
T0 [°C]								
Q_v [l/min]								
E [W/m²]								

5. Wykaz materiałów uzupełniających

5.1. Załączniki

1. Instrukcja obsługi sterownika systemów solarnych

5.2. Bibliografia

- (1) M. Zawadzki, *Kolektory Słoneczne, Pompy Ciepła – Na Tak*, Wyd., SolarTeam, 2003
- (2) *BHP i małoskalowe instalacje solarne*, praca zbiorowa, Europejska Agencja Bezpieczeństwa i Zdrowia w Pracy, <http://osha.europa.eu>
- (3) I. Góralczyk, R. Tytko, *Urządzenia, instalacje fotowoltaiczne i elektryczne*, Kraków 2013