



Politechnika Wrocławska
Wydział Techniczno-Przyrodniczy

MD-2214L

Stanowisko do badania przenoszenia energii słonecznej do termicznej

Stanowisko 5

Spis treści

1. Charakterystyka stanowiska.....	3
1.1. Wstęp.....	3
1.2. Wyposażenie stanowiska.....	3
1.3. Schemat stanowiska.....	4
1.4. Parametry kolektora JNSC.....	5
1.5. Zespół pompowo-sterowniczy ZPS 18e-01 ECO.....	6
1.6. Sterownik grupy pompowej G-422-P07 – podstawy obsługi.....	7
2. BHP w systemach energetyki odnawialnej	10
2.1. Cykl życia małoskalowej instalacji energetyki odnawialnej [1].....	10
2.2. Klasyfikacja zagrożeń.....	10
2.3. Zagrożenia podczas montażu i konserwacji.....	11
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.....	16
3.6. Bezpieczeństwo pracy z urządzeniami elektrycznymi.....	17
3.7. Postępowanie w przypadku awarii.....	18
3.8. Oprogramowanie.....	18
5. Oprogramowanie MD-Lab: MD-2214L.....	19
1. Opis interfejsu.....	19
3.9. Uruchomienie programu.....	20
4. Ćwiczenia - Badanie sprawności cieplnej kolektora rurowego.....	22
4.1. Cel ćwiczenia.....	22
4.2. Program ćwiczenia.....	22
4.3. Analiza danych pomiarowych.....	23
5. Wykaz materiałów uzupełniających.....	24
5.1. Załączniki.....	24
5.2. Bibliografia.....	24

1. Charakterystyka stanowiska

1.1. Wstęp

Stanowisko dydaktyczne MD-2214L stanowi funkcjonalny małogabarytowy model instalacji solarnej ze zbiornikiem CWU z pojedynczą węzownicą oraz miniaturowym kolektorem próżniowym oraz komercyjnym zespołem pompowym ZPS 18e-01 ECO produkcji Hewalex.

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

Stanowisko umożliwia:

- prezentację sposobu montażu kolektora słonecznego na dachu płaskim,
- zapoznanie się z budową instalacji CWU z kolektorem rurowym,
- programowanie i obsługa kontrolera solarnego,
- badanie właściwości kolektora w zależności od natężenia oświetlenia,
- porównanie pracy układu badanego przy oświetleniu słonecznym i sztucznym,
- obsługę i serwis instalacji kolektorów słonecznych.

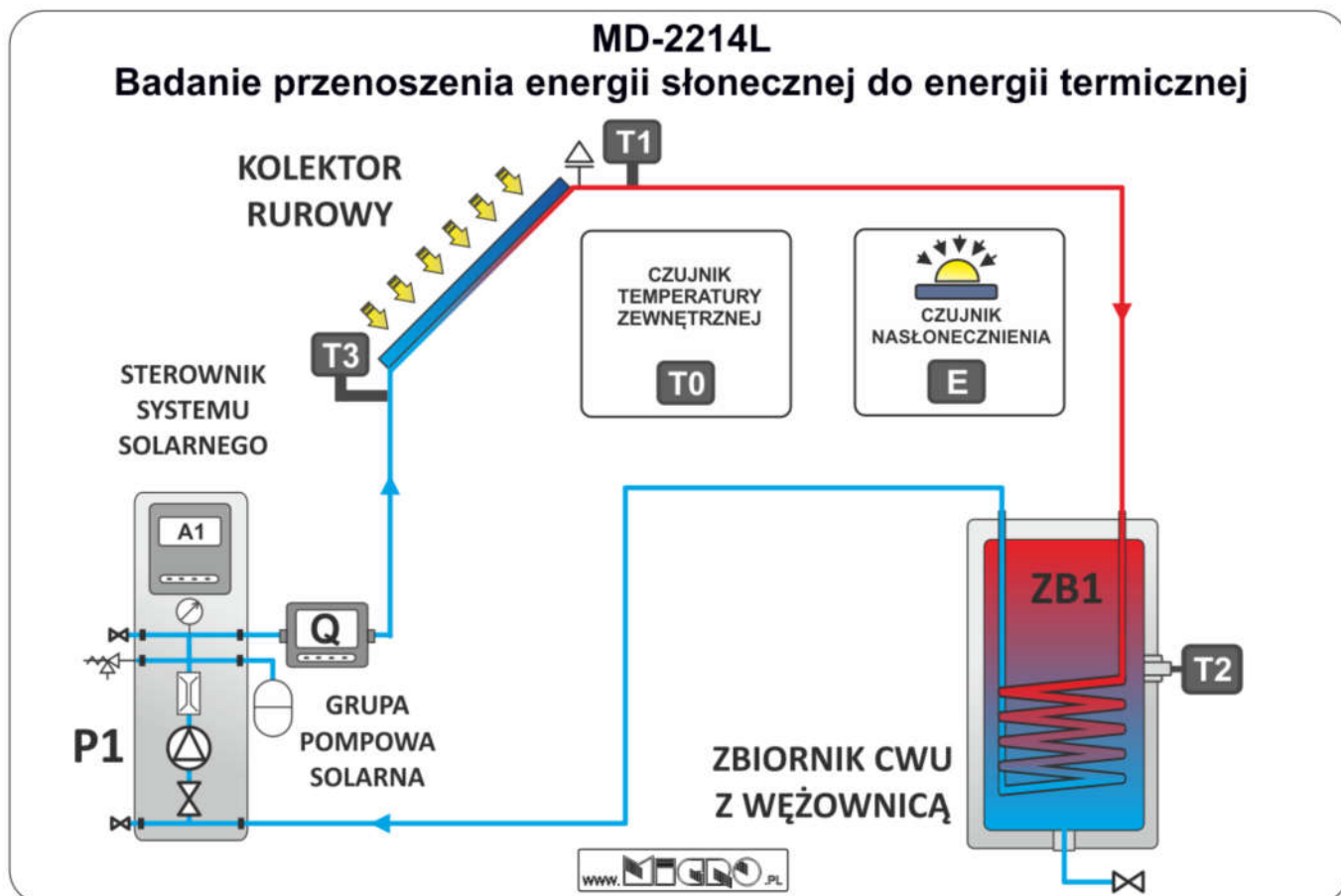
Schemat stanowiska został zamieszczony na **rysunku 1**.

1.2. Wyposażenie stanowiska:

- Kolektor słoneczny próżniowo-rurowy JNSC typu Heat-pipe (5 rur, każda o średnicy zewnętrznej 58 mm i długości 500 mm) – 1 kpl.
- Stelaż montażowy na dach płaski – 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 25l/min) – 1 szt.
- Solarne naczynie przeponowe o pojemności 2 l – 1 kpl.
- Elementy systemu połączeniowego dla kolektora, grupy solarno-pompowej, zbiornika itd. – 1 kpl.
- Płyn solarny (glikol propylenowy)
- Moduł oświetlacza: oświetlacz halogenowy o mocy 1 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



Rys. 1: Schemat układu pomiarowego

Legenda:

T0	Temperatura otoczenia	P1	Grupa pompowa
T1	Temperatura na wylocie kolektora	Q	Przepływomierz
T2	Temperatura w zbiorniku		
T3	Temperatura na wlocie kolektora		
E	Czujnik natężenia oświetlenia (pyranometr)		
ZB1	Model zbiornika CWU z wężownicą		

1.4. Parametry kolektora JNSC



Rys. 2: Przykład kolektora rurowego JNSC pełnowymiarowego ze stelażem na dach płaski, Źródło: porecosolar.eu

W poniższej tabeli przedstawiono parametry miniaturowego kolektora JNSC.

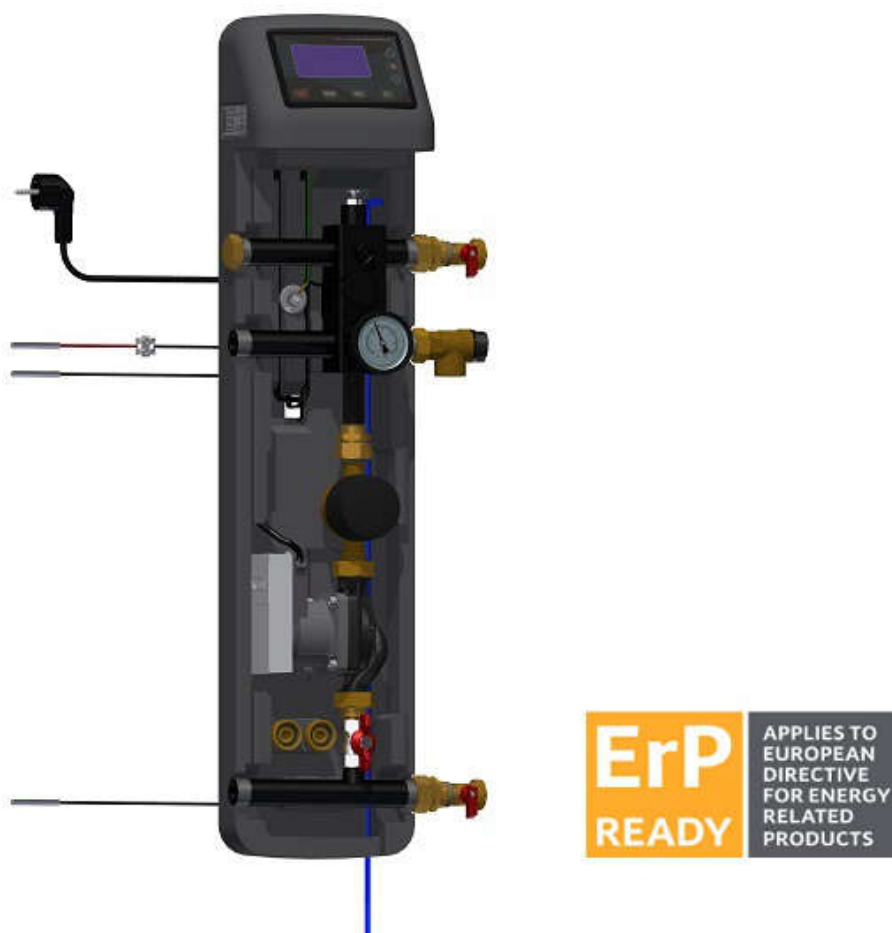
Lp.	Parametr	Opis
1	Ilość rur próżniowych	5 szt.
2	Typ kolektora	Heat-pipe
3	Rozmiar rury próżniowej	Średnica zewn: 58 mm. Średnica wewn. 47 mm Grubość ścianki: $1,6 \pm 0,15$ mm Długość: 500 mm.
4	Rodzaj absorbera	Azotek glinu z warstwami miedzi i stali Cu/SS-AIN(H)/SS-AIN(L)AIN
5	Skuteczność absorpcji	$\alpha = 0.92 \sim 0.96$ (AM1.5)
6	Emisja stratna	$\epsilon = 0.04 \sim 0.06$ ($80^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$)
7	Stopień próżni	$p \leq 5.0 \times 10^{-3}$ (Pa)
8	Temperatura stagnacji	$260 \sim 300^{\circ}\text{C}$ (wewnątrz pustej rury)

9	Średnia utrata ciepła U_{LT}	0.4 ~ 0.6 W/(m ² °C)
10	Odporność na grad	Φ 25 mm
11	Żywotność	> 15 lat

Źródło: www.proecosolar.eu

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

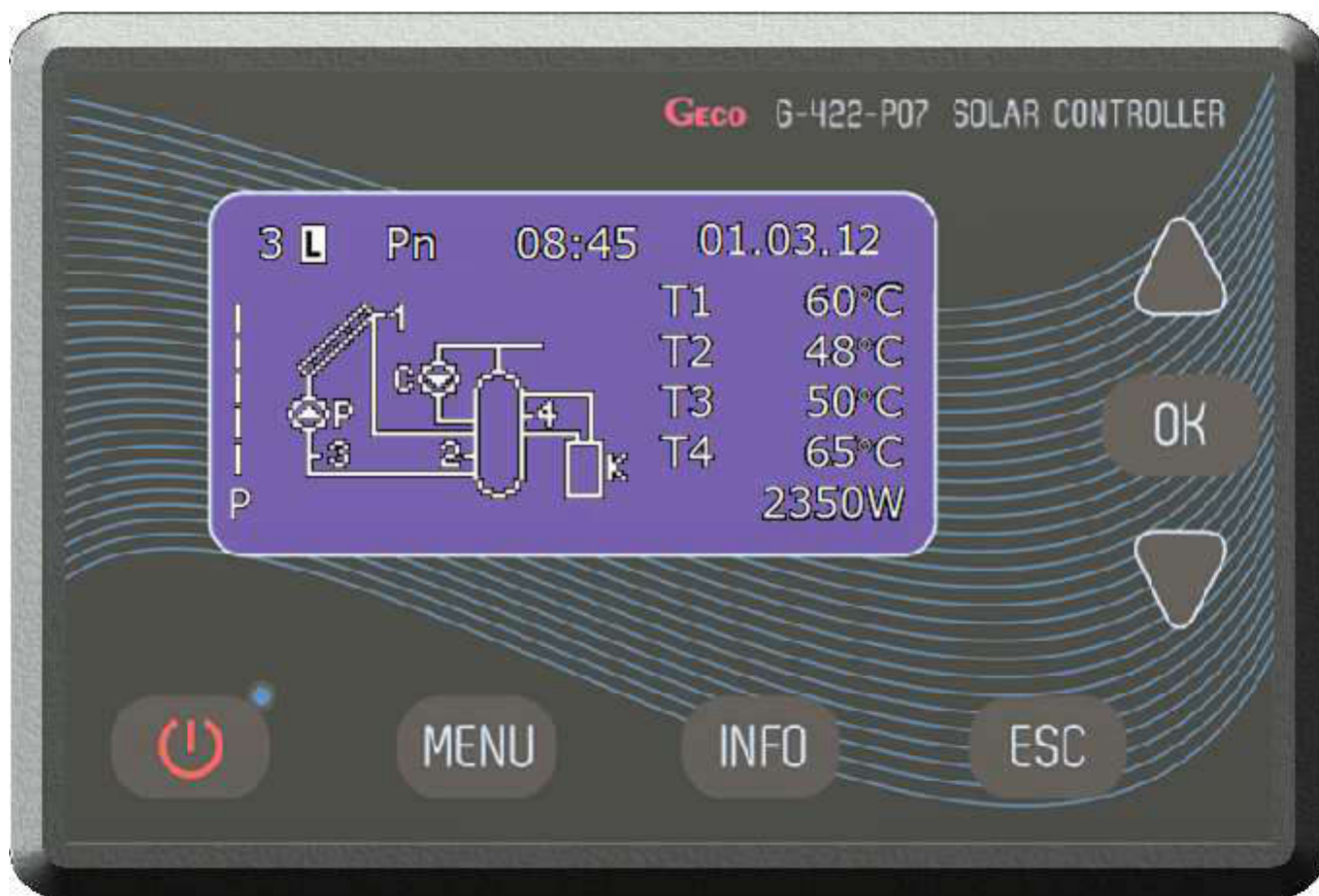
W tabeli przedstawiono parametry grupy pompowej:

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

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]:

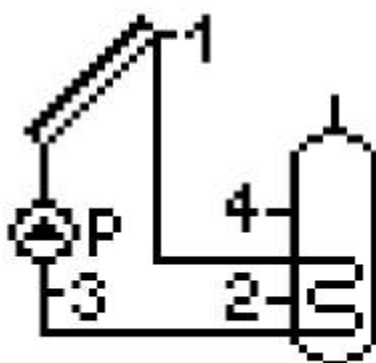
- Przycisk **ON/OFF**- włączenie sterownika do normalnego trybu pracy lub wyłączenie sterownika do trybu czuwania.
- Przycisk **MENU**- wejście do menu sterownika z poziomu ekranu głównego
- Przycisk **INFO** - dane teleadresowe firmy HEWALEX lub bezpośrednio wejście do ekranu funkcji urlopowej (przytrzymanie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



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

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

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

Parametry sterownika opisano szczegółowo 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 nagrzanego 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 jest zasilany z sieci napięciem 230 V AC. Załączanie/wyłączenie oświetlacza odbywa się za pomocą wyłącznika umieszczonego na przewodzie zasilającym.
2. Nie wolno demontować osłon oświetlacza.
3. Należy unikać oślepiania innych uczestników zajęć.
4. **Obudowa oświetlaczy nagrzewa się podczas pracy. Należy zachować szczególną ostrożność podczas obsługi oświetlacza.**
5. Gorące powierzchnie oznaczono symbolem:



6. Maksymalna źródła światła wynosi 1000 W.
7. Regulacja natężenia oświetlenia jest dokonywana potencjometrem umieszczonym na przewodzie oświetlacza.
8. **Nie wolno dotykać żarówki oświetlacza – 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 i opróżnionym zbiorniku CWU!**
7. Zalecana ilość wody w zbiorniku – powyżej poziomu węzownicy.

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 zbiornikami CWU.
4. Powierzchnię kolektorów należy czyścić roztworem alkoholu izopropylowego.

3.5. Czynniki robocze

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 szkła kontaktowych. Natychmiast płukać oczy, przytrzymując odchylone 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

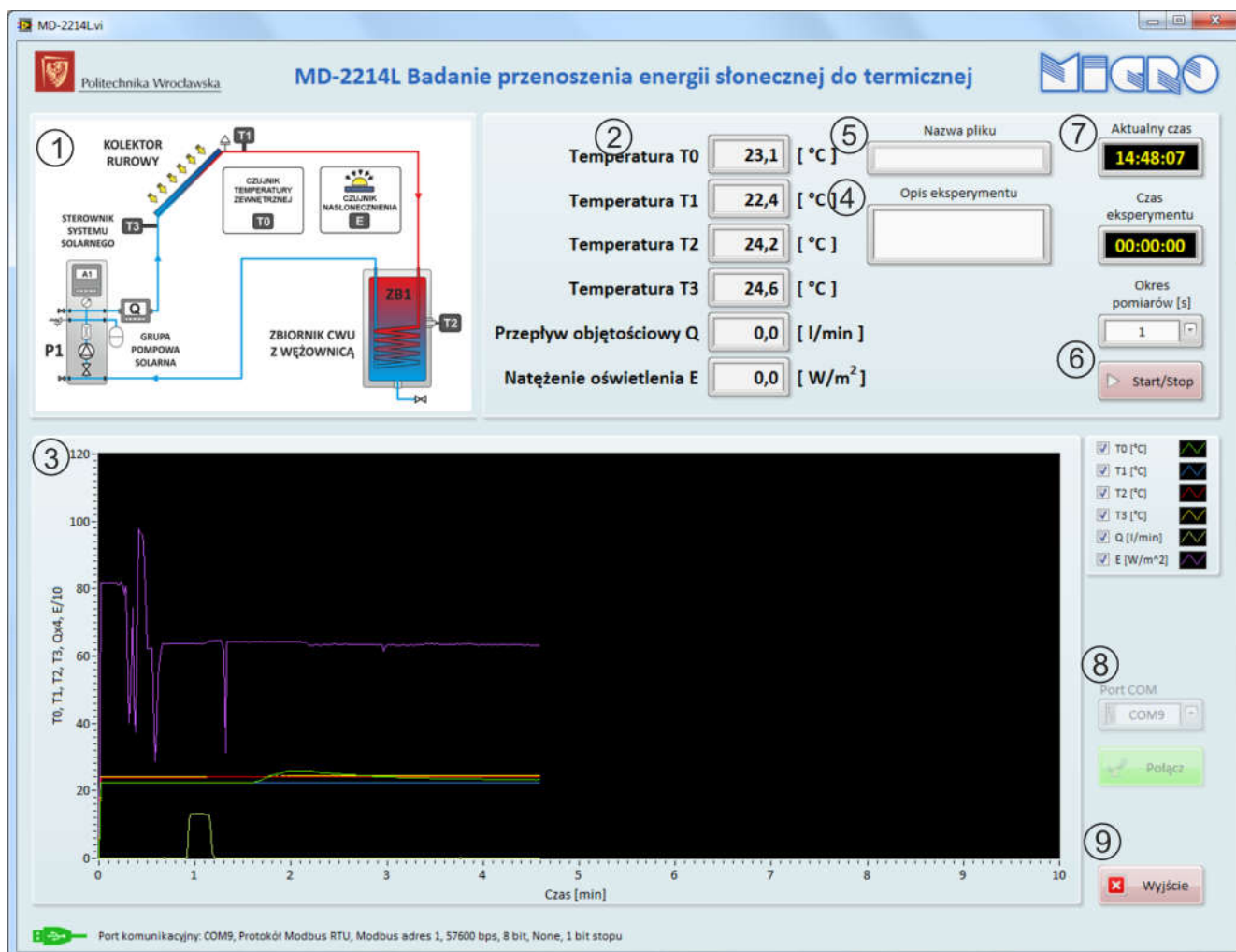
1. Do pracy na stanowisku MD-2214L wymagane jest oprogramowanie MD-2214L.
2. Do stanowiska MD-2214L **nie wolno podłączać innego oprogramowania** niż MD-2214L. Niespełnienie tego warunku grozi uszkodzeniem stanowiska.
3. Wymagania sprzętowe: komputer klasy PC z systemem operacyjnym Windows 7 lub nowszym, 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-2214L nie wolno podłączać oprogramowania innego niż przeznaczone.

5. Oprogramowanie MD-Lab: MD-2214L

1. Opis interfejsu



Rys. 6: Okno startowe programu MD-Lab dla stanowiska MD-2214L

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

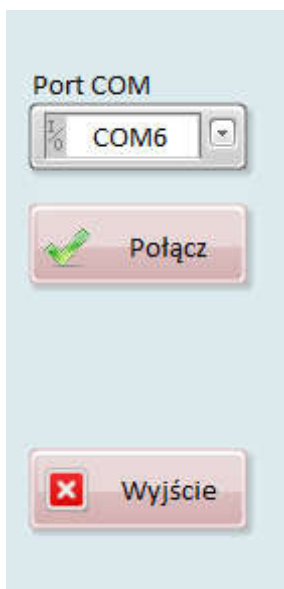
		godzinę
6.	Przycisk Start/Stop	Rozpoczęcie/zakończenie pomiaru
7.	Czas eksperymentu, aktualny czas, Okres pomiarów	Informacje o czasie trwania eksperymentu i okresie próbkowania
8.	Ustawienia komunikacji	Opcje wyboru portu COM.
8.	Przycisk Połącz	Nawiązuje połączenie między programem sterującym a regulatorem.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

3.9. Uruchomienie programu

Uruchomić aplikację MD-2214L.

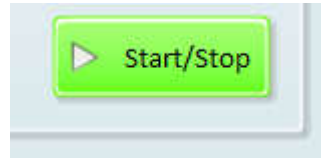
Program domyślnie uruchamia się w trybie oczekiwania, bez nawiązywania połączenia ze stanowiskiem.

Wybrać odpowiedni **port COM** (Rys.7), a następnie nawiązać połączenie z regulatorem używając przycisku **Połącz** (Rys.8).



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 kolektora rurowego

4.1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z metodą wyznaczania sprawności cieplnej kolektora rurowego.

Sprawność cieplna kolektora η_c 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 – energia 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

T_3 – temperatura na wylocie kolektora

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

c_p – ciepło właściwe wody 4180 J/[kgK]

4.2. Program ćwiczenia

1. Napełnić zbiornik CWU zimną wodą powyżej poziomu czujnika T2 (oszacować ilość wody)
2. Włączyć zasilanie stanowiska włącznikiem głównym.
3. Ustawić parametry grupy pompowej:
 - Podać hasło : 0110.
 - W menu głównym wybrać schemat instalacji: - **schemat nr 1**.
4. Podstawowe parametry ustalić na:

- Typ kolektora słonecznego: rurowy
 - Różnica temp. T1, T2 włącz. pompy kolektorów: 4°C
 - Regulacja obrotów pompy kolektorów: TAK
(Parametry sterownika zawarto w zał.1 str.15-16)
5. Załączyć oświetlacz na maksymalną moc.
 6. Włączyć oprogramowanie narzędziowe MD-Lab i rozpocząć rejestrację danych.

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_u , sprawność cieplną η_c
2. Uwagi: w obliczeniach przyjąć, że czynnikiem roboczym jest woda.
3. Sporządzić wykres zależności temperatury czynnika roboczego w funkcji czasu: $T1=f(t)$, oraz temperatury wody w zbiorniku CWU – $T2=f(t)$, na wspólnym wykresie.
4. Sformułować wnioski
5. Przykład poglądowej tabeli pomiarowej:

Tabela 1. Wyniki pomiarów								
Moc oświetlacza $P_{o\acute{s}w.} = \dots$,		Ilość wody $L = \dots$						
t [min]	0	5	10	15	20	25	30	35
T1 [°C]								
T2 [°C]								
T3 [°C]								
T0 [°C]								
Q_v [l/min]								
E [W/m ²]								

5. Wykaz materiałów uzupełniających

5.1. Załączniki

1. Instrukcja obsługi sterownika systemów solarnych
2. Instrukcja montażu kolektora próżniowego

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