



**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 AKUMULACJI I
PRZETWARZANIA ENERGII CIEPLNEJ
(PROTOTYP)**





STANOWISKO DO BADANIA AKUMULACJI I PRZETWARZANIA ENERGII CIEPLNEJ DOKUMENTACJA TECHNICZNA

Spis treści

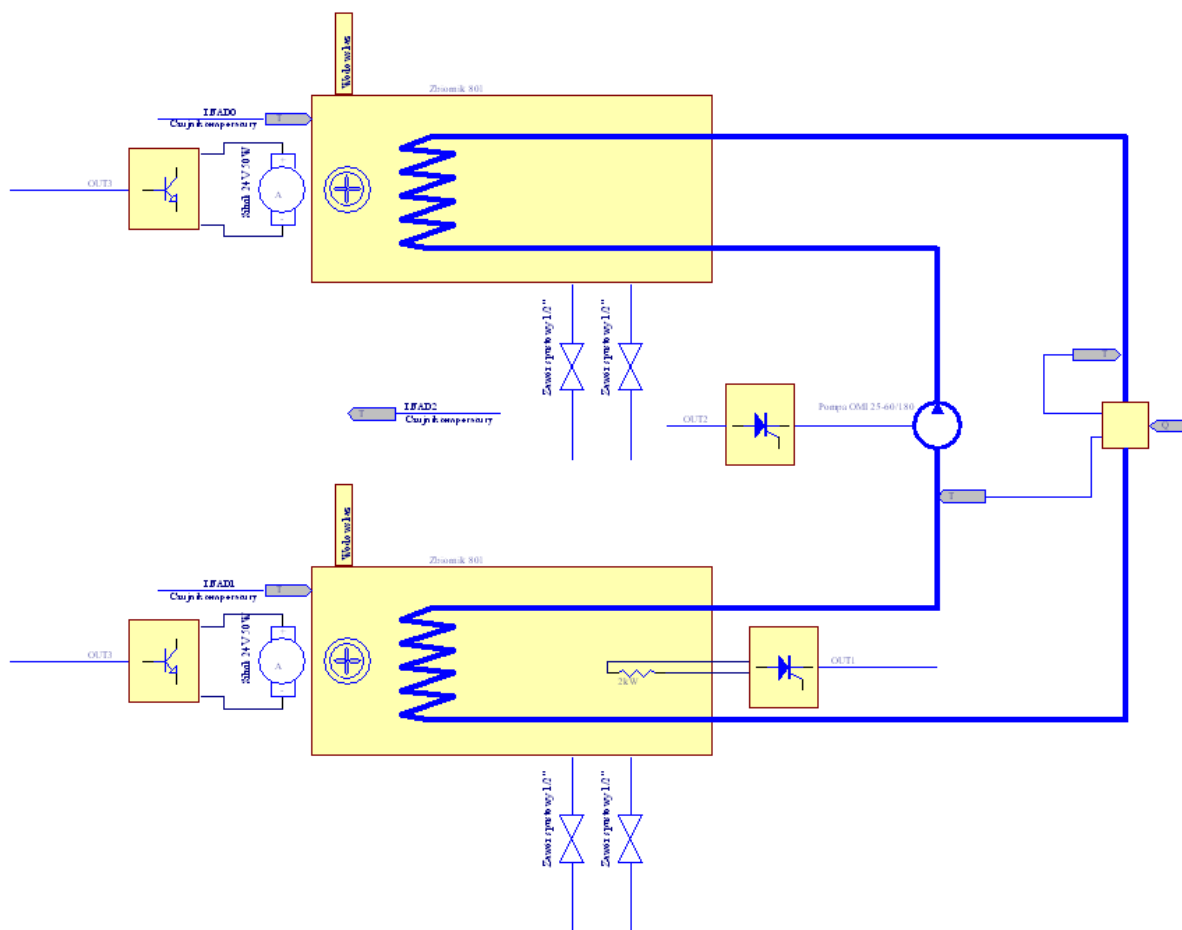
Spis treści	2
Działanie urządzenia	3
Sterowanie	6
Oprogramowanie.....	7
Opis techniczny.....	10
Pomiary	11
Dokumentacja towarzysząca	13

Działanie urządzenia

Stanowisko służy do przeprowadzania doświadczeń związanych z akumulacją i przetwarzaniem energii cieplnej.

Stanowisko to powstało na zlecenie Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego zgodnie z umową 86/TECH/2010.

Zgodnie z poniższym schematem blokowym stanowisko składa się z dwóch komór o pojemności 40l każda, izolowanych termicznie.

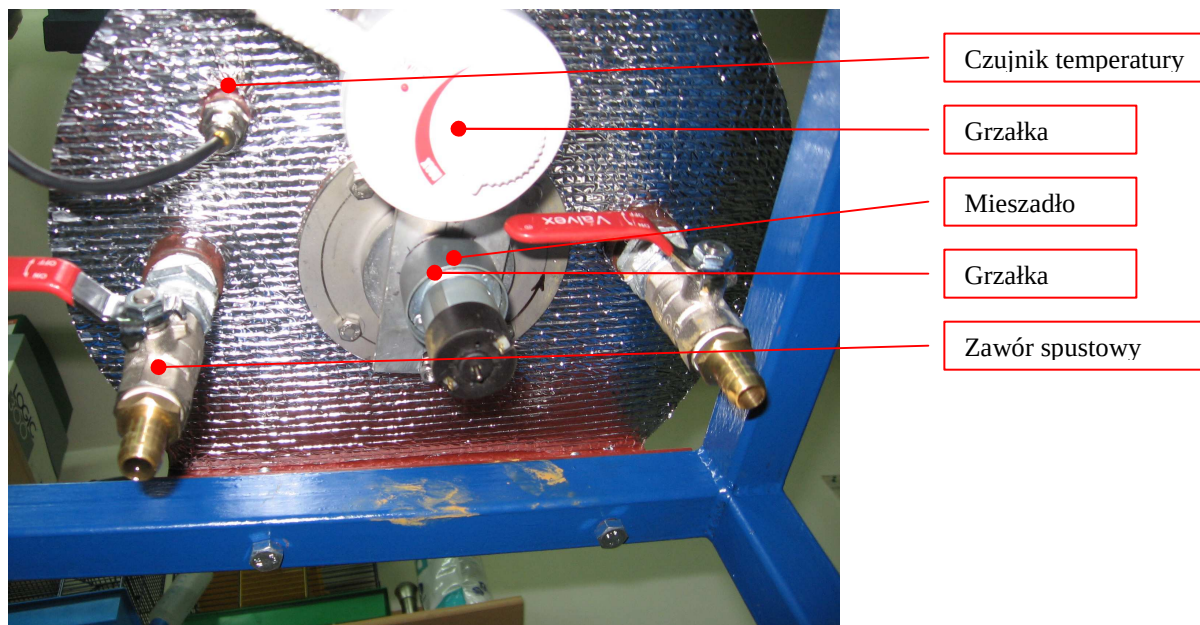


W dnie każdego z nich zamontowane jest mieszadło magnetyczne służące do wyrównywania temperatury wody w zbiorniku. Napędy mieszadeł zasilane są napięciem 24V.

Mieszadła włączają się automatycznie w momencie trwania pomiaru lub podczas cyklu grzania wody.

Widok dolnej części mieszadła pokazany jest na zdjęciu.

W każdym zbiorniku umieszczone są po dwa zawory kulowe z króćcami przyłączeniowymi do węży 13mm. Służą one do napełniania i opróżniania zbiorników.



W każdym zbiorniku umieszczone są też półprzewodnikowe czujniki temperatury. Mierzą one temperaturę wody przy dnie zbiorników, gdyż możliwe jest wykonywanie doświadczeń przy niecałkowicie napełnionych komorach.

Każdy zbiornik wyposażony jest również w wodowskaz służący do kontroli poziomu wody.

W prawym zbiorniku zainstalowana jest dodatkowo grzałka o mocy 2kW. Sterowanie grzałką w układzie dwustanowym odbywa się poprzez sterownik zamontowany w skrzynce rozdzielczej.

Dodatkowo, dla uwzględnienia odpowiedniej poprawki na straty ciepła wynikające z niedoskonałości izolacji termicznej, w urządzeniu zainstalowano czujnik temperatury powietrza. Czujnik ten zamontowany do rozdzielnicy elektrycznej.

Obie komory zaprojektowane zostały jako zbiorniki otwarte (połączone z atmosferą). Usytuowanie odpowietrzników pokazano na poniższym zdjęciu. Przy napełnianiu zbiorników należy pamiętać, że odpowietrzniki stawiają jednak pewien opór wypływającemu powietrzu i zanim nastąpi wyrównanie poziomów z wodowskazem może minąć kilka sekund. Przy szybkich napełnieniach zbiornika zaleca się wręcz demontaż tych odpowietrzników.

Ponieważ zbiorniki nie są odporne na długotrwałe działanie wody, po pomiarach, na czas dłuższej przerwy zaleca się spuszczenie wody z obu zbiorników, aby zapobiec korozji.

Druga część instalacji hydraulicznej, to część służąca do przekazywania ciepła pomiędzy dwoma komorami głównymi. Wypełniona jest czystą wodą (dla pojemności cieplnej wody skalibrowany jest kalorymetryczny układ pomiarowy). Jest to również instalacja otwarta dodatkowo wyposażona w zbiornik buforowy o pojemności 5l.

Instalacja ta składa się z dwóch miedzianych nagrzewnic zanurzonych w zbiornikach głównych do wysokości około 1/3 od dna, odpowietrznika, trzybiegowej pompy wodnej oraz ciepłomierza wraz z odpowiednimi czujnikami, tj. czujnikiem przepływu i dwoma czujnikami temperatury.



Zbiornik wyrównawczy
Ciepłomierz
Odpowietrznik
Odpowietrznik komór
Pompa wodna

Wartości pomiarów pobierane są poprzez łącze szeregowo bezpośrednio z przetworników ciepłomierza, gdyż pomiary odczytywane na wyświetlaczu są zbyt mało dokładne. Instalacja transferu ciepła została tak dobrana, aby wartości przepływu i temperatury wody nie przekroczyły zakresu pomiarowego ciepłomierza.

Po dłuższej przerwie w wykorzystywaniu urządzenia zaleca się odpowietrzenie tej części instalacji miniaturowym zaworem kulowym. Odpowietrzanie powinno się odbywać przy wyłączonej pompie wodnej, gdyż powodowane włączoną pompą podciśnienie spowoduje wręcz zapowietrzenie układu.

Zapowietrzenie układu przejawia się przede wszystkim brakiem przepływu wody. Należy pamiętać, że ciepłomierz uaktualnia swoje pomiary z częstotliwością 1/min.

Całość stanowiska zaprojektowano jako urządzenie mobilne, zaopatrzone w kółka skrętne z hamulcami.

Sterowanie

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

Po włączeniu zasilania przełącznikiem krzywkowym aktywują się wyświetlacz LCD ze wszystkimi mierzonymi wartościami.

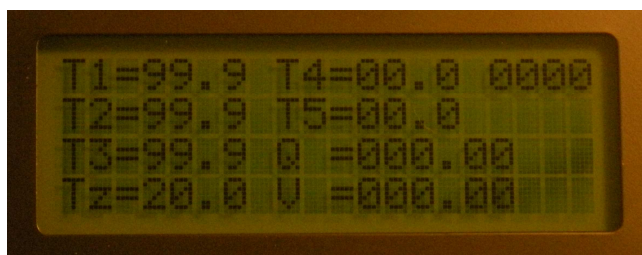
Opis poszczególnych pól znajduje się na zdjęciu.

Zainstalowany wewnątrz sterownik umożliwia sterowanie grzałką w prawej komorze oraz pomiarem ciepła.

Sterowanie grzałką realizowane jest wg poniższego algorytmu:

Po przekręceniu wyłącznika płetwowego („GRZAŁKA”) zapalona zostaje żółta kontrolka sygnalizująca cykl grzania, włączone zostają mieszkadła magnetyczne oraz porównywana jest temperatura T2 (czyli prawego zbiornika) z temperaturąadaną. Jeśli temperatura adana jest większa niż aktualna T2, włączona zostaje grzałka 2kW. Po osiągnięciu przez wodę odpowiedniej wartości temperatury grzałka zostaje wyłączona.

Wartość temperatury adanej zmienia się przyciskami membranowymi mieszczonymi pod wyświetlaczem.



Odpowiednie pola wyświetlacza LCD oznaczają:

- T1 temperatura zbiornika lewego w °C;
- T2 temperatura zbiornika prawego w °C;
- T3 temperatura otoczenia w °C;
- T4 temperatura wody ciepłej w °C;
- T5 temperatura wody zimnej w °C;

- Q ciepło zmierzone (sumarycznie od początku pomiaru) w kJ;
- V przepływ w l/min;
- czas w s.

Po włączeniu przycisku „START” rozpoczynany jest właściwy cykl pomiarowy i trwa on aż do naciśnięcia przycisku „STOP”. Po starcie zerowany jest licznik czasu oraz wartość zmierzonego ciepła. Podczas cyklu pomiarowego włączane są też mieszkadła magnetyczne oraz pompa wody. Cykl ten sygnalizowany jest świeceniem zielonej kontrolki „PRACA”.

Oprogramowanie

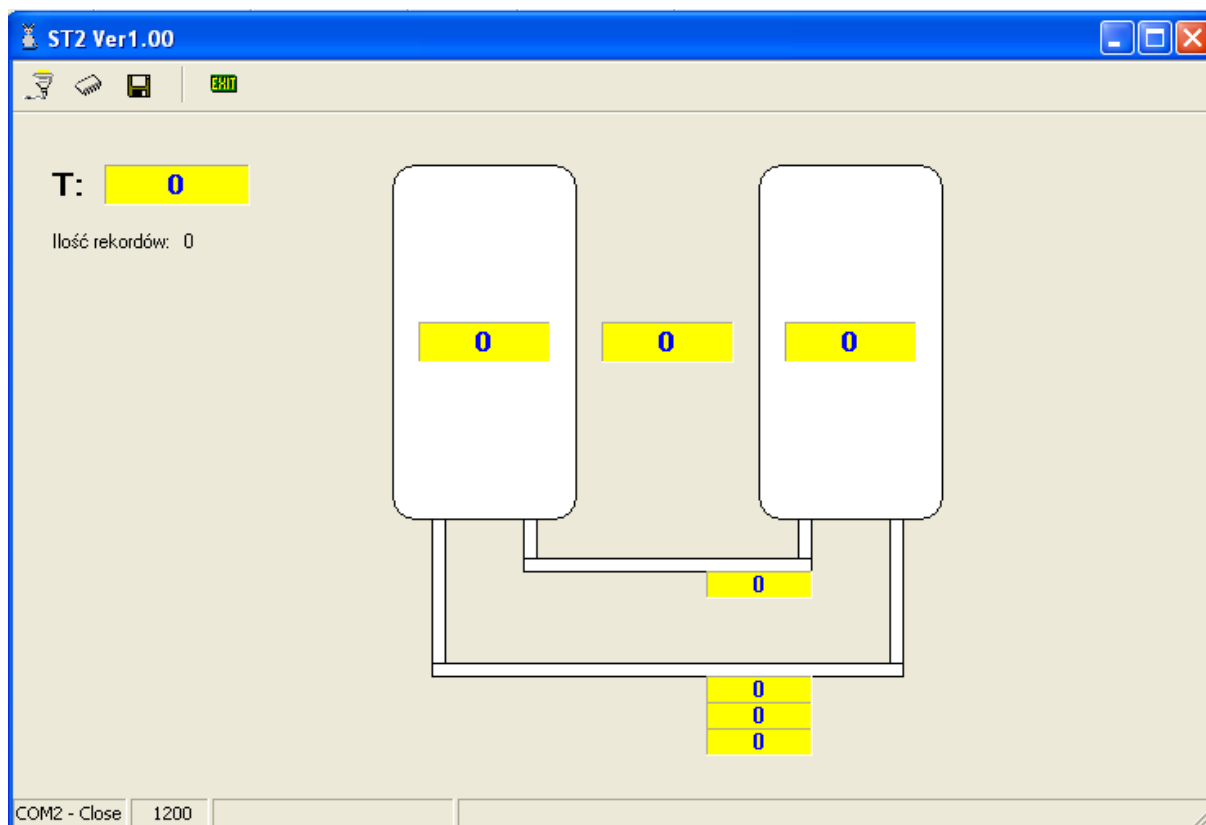
W lewej dolnej części skrzynki rozdzielczej znajduje się złącze USB służące podłączeniu do komputera.

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 co 1s 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:



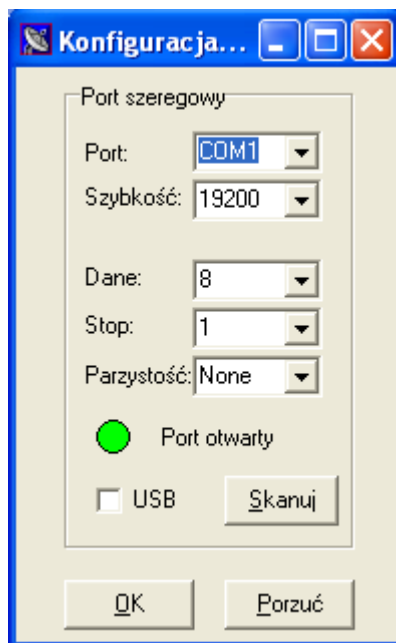
W górnej części okna głównego znajduje się pasek ikon. Ikony te mają następujące znaczenie:

- konfiguracja 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 jakiego 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, 1230, 999.0, 999.0, 999.0, 202.0, 230.0, 0.00, 0.00
2, 1235, 999.0, 999.0, 999.0, 202.0, 230.0, 0.00, 0.00
3, 1240, 999.0, 999.0, 999.0, 202.0, 230.0, 0.00, 0.00
4, 1245, 999.0, 999.0, 999.0, 202.0, 230.0, 0.00, 0.00
5, 1250, 999.0, 999.0, 999.0, 202.0, 230.0, 0.00, 0.00
6, 1255, 999.0, 999.0, 999.0, 202.0, 230.0, 0.00, 0.00
7, 1260, 999.0, 999.0, 999.0, 202.0, 230.0, 0.00, 0.00
```

Pierwsza kolumna to sekunda rejestracji, a następne to odpowiednio:

- T1 temperatura zbiornika lewego w °C;
- T2 temperatura zbiornika prawego w °C;
- T3 temperatura otoczenia w °C;
- T4 temperatura wody ciepłej w °C;
- T5 temperatura wody zimnej w °C;
- Q ciepło zmierzone w kJ;
- V przepływ w l/min.

Opis techniczny

Podstawowe dane stanowiska:

Ciśnienie maks w instalacji	0.2 bar
Czas cyklu pracy	ciągły
Pojemność maksymalna zbiornika	40l
Medium zbiorników głównych:	dowolne nieagresywne
Medium instalacji transferu ciepła	woda
Waga stanowiska nienapełnionego wodą	ok. 45kg
Waga stanowiska napełnionego wodą	ok. 130kg.
Wymiary (szer. X głęb. X wys.)	80 x 63 x 200 cm

Instalacja elektryczna

Napięcie robocze	230 VAC
Zasilanie	jednofazowe
Długość kabla zasilającego	ok. 8m
Moc grzałki	2000W
Maks temperatura grzałki (zabezpieczenie)	90°C

Pomiary

Dokładność pomiaru temperatury	0.5
Maksymalna temperatura pracy czujników	100°C
Maksymalna temperatura wody w układzie	90°C
Zewnętrzna temperatura pracy:	0÷40°C
Wilgotność:	do 50%

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

Pomiary

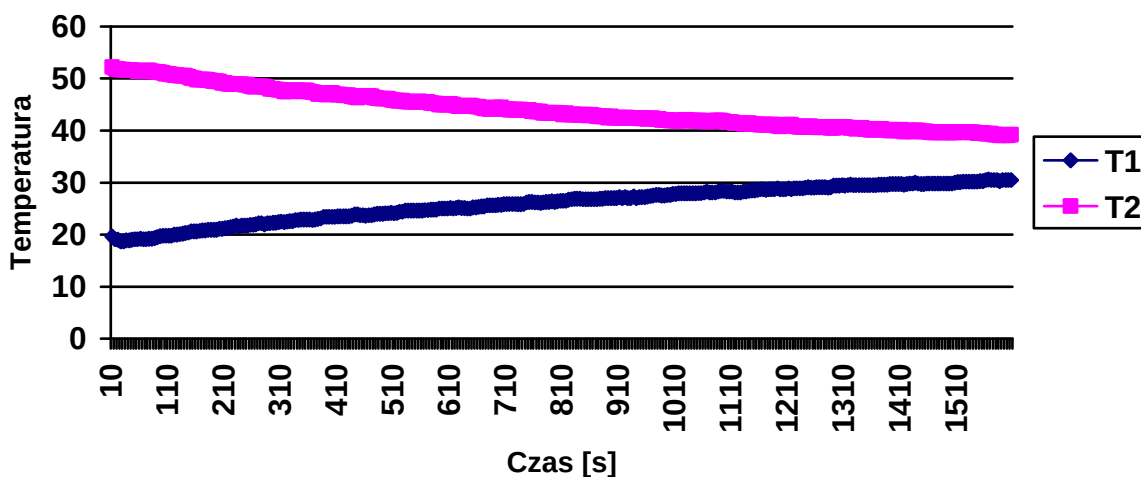
W celu sprawdzenia poprawności działania stanowiska dokonano kontrolnego pomiaru przepływu ciepła.

Pomiary przeprowadzano przy temperaturze zewnętrznej $T_3=18^{\circ}\text{C}$. Pompa ustawiona była na biegu trzecim. Oba zbiorniki napełnione były do wysokości 41cm, co przy całkowitej wysokości zbiorników równej 53cm daje napełnienie:

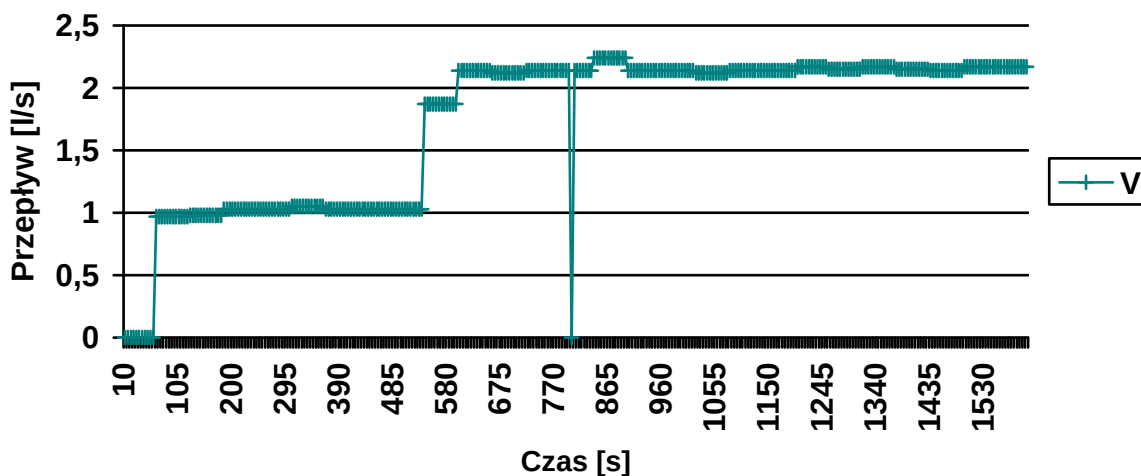
$$V = \frac{41}{53} \cdot 40\text{l} = 30.9\text{l}$$

Temperatury początkowe obu zbiorników wynosiły odpowiednio: 19.6 i 52.2°C .
Poniżej przedstawiono zarejestrowane przebiegi czasowe.

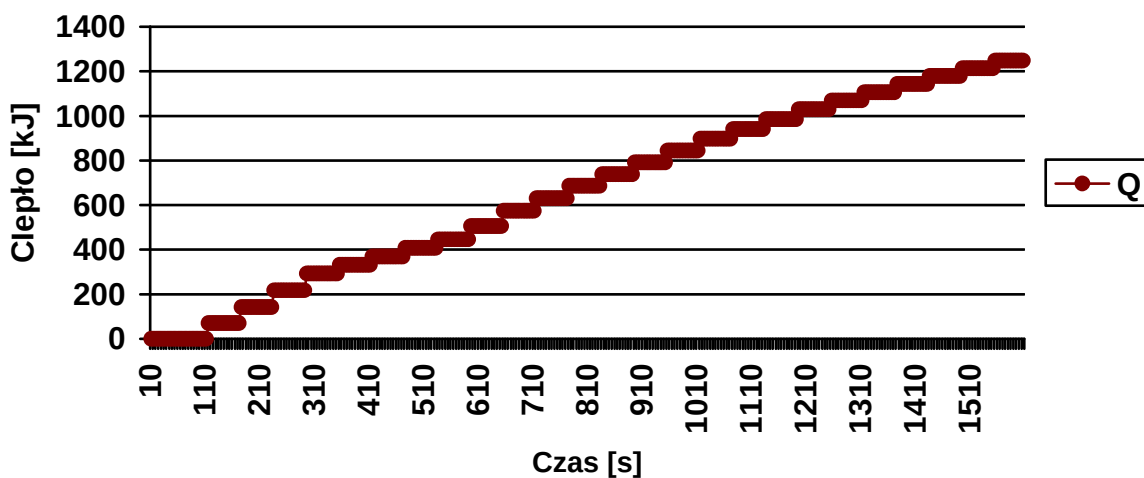
Zmiana temperatur w zbiornikach:



Przepływ:



Przeniesione ciepło:

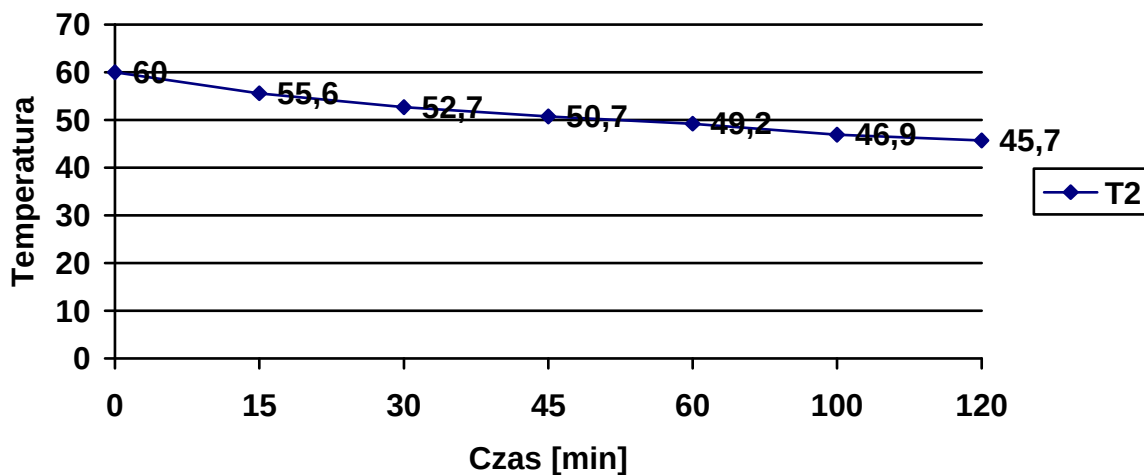


Wykonano też próbę oszacowania strat ciepła wynikających z niedoskonałości izolacji termicznej.

W tym celu zagrzano wodę w zbiorniku nr 2 do temperatury 60°C a następnie mierzono spadek tej wartości co około 15 minut.

Temperatura zewnętrzna $T_3=18^{\circ}\text{C}$.

Wyniki przedstawiono na wykresie:



Przy różnicy początkowej równej 42°C, spadek temperatury w ciągu dwóch godzin wyniósł 14,3°C. Skąd można wyliczyć przepuszczalność cieplną pojedynczego zbiornika.

Dokumentacja towarzysząca

Spis załączonych rysunków:

0112.0.2.0200	SCHEMAT BLOKOWY
0112.0.2.0201	INSTALACJA ELEKTRYCZNA
0112.0.2.0202	INSTALACJA ELEKTRYCZNA CD

Gwarancje i dokumentacje ruchowe ważniejszych zainstalowanych w stanowisku podzespołów.