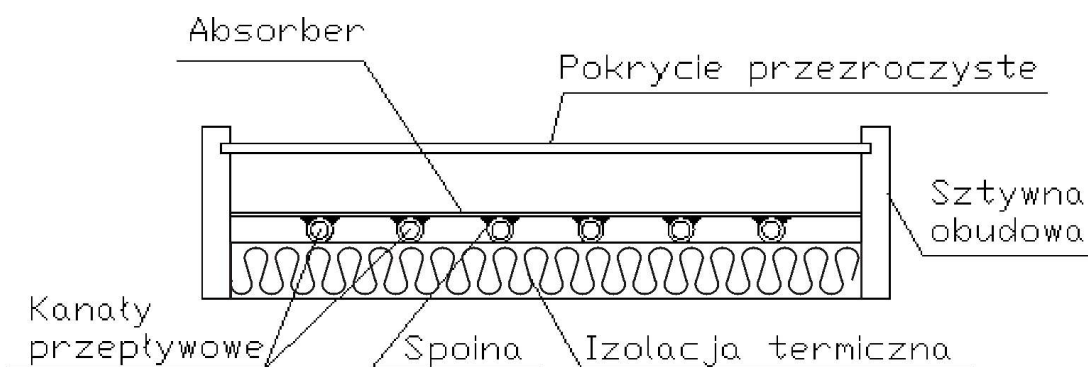


## 32. Badanie zjawisk wymiany ciepła na płaskim, cieczowym kolektorze słonecznym.

### 1. Wprowadzenie.

Płaskie kolektory słoneczne są wymiennikami ciepła, w których następuje zamiana energii promieniowania słonecznego na energię cieplną. Światło słoneczne pochłaniane jest przez absorber, w wyniku czego dochodzi do nagrzania się czynnika obiegowego, który przenosi ciepło do kolejnych elementów instalacji. Nazwa kolektora „płaski” pochodzi od kształtu absorbera, nie zaś ogólnego wyglądu urządzenia. W zależności od rodzaju zastosowanego czynnika obiegowego wyróżniamy płaskie kolektory cieczowe i powietrzne. Różnią się one od siebie konstrukcją absorbera, działanie układu z kolektorem pozostaje bez zmian. Płaskie kolektory cieczowe składają się z obudowy, przeważnie niez izolowanej cieplnie, przykrytej od wierzchu szybą. Wewnątrz umieszczony jest absorber wykonany z płaskiej płyty pokrytej powłoką o wysokim współczynniku absorpcji w zakresie promieniowania widzialnego i bliskiej podczerwieni. Absorber jest zespolony dobrym kontaktem cieplnym z kanałami, najczęściej ułożonymi równolegle (meandrowo lub drabinkowo) przez które przepływa czynnik roboczy.



Rys. 1. Przekrój poprzeczny przez płaski kolektor cieczowy.

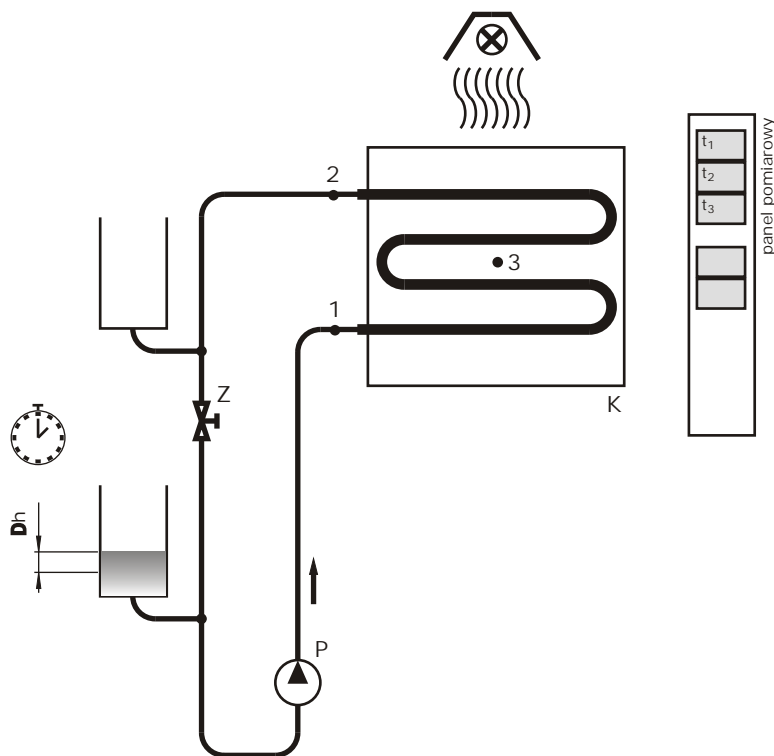
### 2. Cel do wiadzenia.

Celem wiczenia jest:

- wyznaczenie sprawności cieplnej płaskiego kolektora słonecznego w zależności od bieżącej temperatury nagrzewanej wody;
- obserwacja zmiany temperatury w funkcji czasu;
- zbadanie zmian wydajności i sprawności w funkcji czasu ;

### 3. Opis do wiadczenia.

Układ pomiarowy składa się z kolektora płaskiego oświetlonego lampami halogenowymi, dwóch zbiorników wyrównawczo-pomiarowych, pompy zasilającej oraz zaworu sterującego. Krążenie wody w instalacji wymuszone jest pracą pompy. Od momentu włączenia lampy halogenowej jej promieniowanie cieplne pochłaniane jest przez kolektor dzięki czemu woda w instalacji nagrzewa się w miarę upływu czasu. Do pomiaru temperatury wykorzystano dwa odrębne systemy czujników: termopary (o małej bezwładności) oraz czujniki półprzewodnikowe (o większej bezwładności) sprzężone z wyświetlaczami LCD zamocowanymi w pionowym panelu. Pomiar strumienia krążącej wody wykonywany jest metodą objętościową w dolnym zbiorniku pomiarowym. Zamknięcie zaworu Z powoduje odcięcie przepływu wody przez co w dolnym zbiorniku jej poziom opada a w górnym przyrasta.



Rys. 2. Schemat ideowy stanowiska pomiarowego.

Aby wykonać ćwiczenie należy uruchomić pompę obiegu i po odczekaniu 5 minut rozpocząć odliczanie czasu. Należy przeprowadzić łącznie 9 pomiarów wykonywanych co 5 minut. Każdorazowo należy odczytać wartości napięć na termoparach 1,2,3 oraz wartości temperatur odczytanych na wyświetlaczach LCD. Zmierzone i odczytane wartości należy zapisywać w tabeli pomiarowej. W miarę upływu czasu temperatura wody będzie sukcesywnie podnosić, jednak z czasem dynamika jej przyrostu zacznie maleć. Po zakończeniu pełnego cyklu 9 odczytów należy przeprowadzić pomiar strumienia objętościowego przepływu wody. W tym celu należy odczytać i zapisać wysokość poziomu wody w dolnym zbiorniku po czym rozpocząć odliczanie czasu w cyklach co 30s. Po upływie 30, 60 i 90s należy zapisać wysokość poziomu wody do tabeli pomiarowej. Z otrzymanych trzech pomiarów strumienia objętościowego wody należy wyznaczyć wartość średnią.

Zmierzony strumień objętości wody

$$\dot{V} = A \frac{dh}{dt},$$

gdzie  $h$  to zmiana wysokości słupa wody w dolnym zbiorniku podczas każdych kolejnych  $\Delta t = 30$ s czasu. Powierzchnia  $A$  przekroju wewnętrznego zbiornika cieczy wynika z jego wewnętrznej średnicy  $\varnothing D_w = 144$ mm. Moc elektryczna lampy halogenowej wynosi 500W jednak do obliczenia sprawności kolektora należy przyjąć, że do kolektora dociera z tego tylko 400W.

Opracowanie wyników ćwiczenia polega na wypełnieniu tabeli pomiarowej, wykonaniu stosownych obliczeń, sporządzeniu trzech wykresów:

- zmiany temperatury (1,2,3) w funkcji czasu,
- wydajności cieplnej [W] w funkcji czasu [min].
- sprawności cieplnej [%] w funkcji czasu [min].

Na każdym z wykresów linie czerwone należy zaznaczyć wartości dla pomiarów termoparami a linie niebieskie dla pomiarów czujnikami półprzewodnikowymi. Skomentuj wyniki. Gdy linie czerwone na wykresach nie pokrywają się z liniami niebieskimi to spróbuj uzasadnić dlaczego.

## 5. Pytania sprawdzające.

1. Narysuj przekrój poprzeczny płaskiego, cieczowego kolektora słonecznego.
2. Jaką rolę ma izolacja cieplna z tyłu kolektora ?
3. Napisz i opisz wzór temperatur jakosi gdzie powierzchnia absorbera o wietlonego promieniowaniem o gstości  $q$  [W/m<sup>2</sup>] i o określonym współczynniku emisyjności (w oparciu o prawo Stefana-Boltzmana).
4. Co rozumiesz przez „sprawność kolektora” ?

## 4. Opracowanie wyników do wiczenia 32

4.1. Pomiar strumienia objętości wody.

t	h	V	$\dot{V}$	$\dot{V}_r$
s	mm	mm	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
0				
30				
60				
90				

gdzie:

strumień przepływu  $\dot{V} = A \frac{h}{t}$  [m<sup>3</sup>/s]

powierzchnia przekroju  $A = \frac{D_w^2}{4}$  [m<sup>2</sup>]

4.2. Pomiar temperatury za pomocą termopar i mierników półprzewodnikowych

t	P	Pomiary temperatury za pomocą termopar								Pomiary za pomocą czujników półprzew.				
		U <sub>1</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>3</sub>	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>3</sub>	Q	%	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>3</sub>	Q	%
min	W	μV	μV	μV	C	C	C	W	%	C	C	C	W	%
0	400W													
5														
10														
15														
20														
25														
30														
35														
40														

gdzie:

- moc cieplna

$Q = \dot{V} c_p \Delta t$  [W],      gdzie:  $\Delta t = t_2 - t_1$ ,      - g sto,  $c_p$  – ciepło właściwe wody w danej temperaturze,

- moc napędowa – należy przyjąć  $P = 400$  [W]

• sprawność cieplna  $\eta = \frac{Q}{P}$  [%]

.....  
data i podpis prowadzącego