

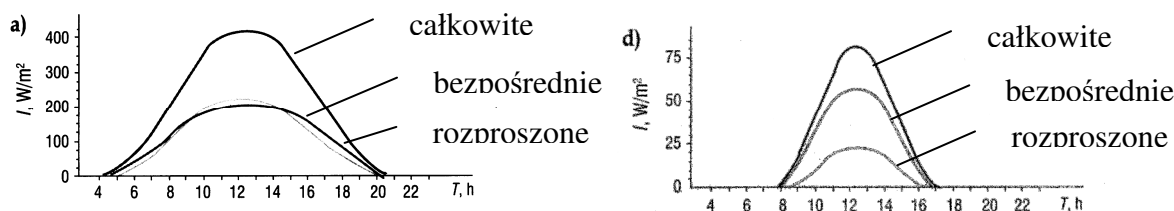
Kierunek: Elektrotechnika, II stopień, semestr 1
Technika świetlna i elektrotermia
Laboratorium

Ćwiczenie nr 14

Temat: **BADANIE KOLEKTORÓW SŁONECZNYCH**

1. Wiadomości podstawowe

W wyniku przemian jądrowych z powierzchni Słońca we wszystkich kierunkach emitowana jest energia elektromagnetyczna. Całkowita moc promieniowania to $3,8 \cdot 10^{26}$ W, z czego 0,00005 ‰ dociera do górnych warstw atmosfery Ziemi. Średnie natężenie promieniowania energetycznego dla prostopadłej płaszczyzny umieszczonej na zewnętrznych krańcach atmosfery wynosi 1367 W/m^2 . Wielkość tą nazywamy stałą słoneczną. Z tej wielkości ok. 28% zostaje odbite w przestrzeń kosmiczną, 72% pochłonięte przez atmosferę i powierzchnię Ziemi. Energia absorbowana przez Ziemię ponad 10 000 razy przewyższa energię zużywaną obecnie przez całą cywilizację ludzką. Natężenie promieniowania docierającej do powierzchni Ziemi jest zmienna; zależy od położenia geograficznego, pory roku, dnia, warunków pogodowych, stanu zanieczyszczeń itd. Wyróżnia się przy tym promieniowanie bezpośrednie i promieniowanie rozproszone – docierające do odbiornika poprzez wielokrotne odbicia od atmosfery, chmur i innych powierzchni. Przykładowe zmiany wartości napromienienia dla Warszawy przedstawia rys.1.

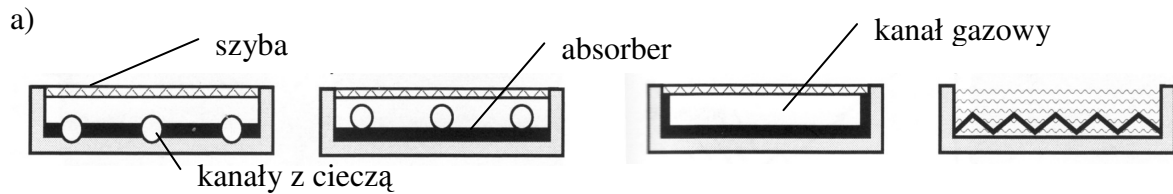


Rys.1 Dobowe zmiany natężenia promieniowania dla Warszawy a) w czerwcu, b) w grudniu

2. Budowa kolektorów

Kolektory słoneczne są to urządzenia służące do zamiany energii promieniowania słonecznego na energię cieplną magazynowaną w postaci ciepłej wody lub podgrzanego powietrza. Taka metoda przetwarzania energii solarnej jest uznawana za szczególnie wydajną i funkcjonalną. Kolektor służący do podgrzewania wody odbiera energię słoneczną i przekazuje ją poprzez tzw. czynnik grzewczy i wymiennik ciepła znajdujący się w zbiorniku (bojlerze) do ogrzania wody, która może służyć jako ciepła woda użytkowa, woda wspomagająca pracę układu centralnego ogrzewania lub do innych celów. , jak np. suszenie płodów rolnych

Rozróżnia się dwie wersje konstrukcyjne kolektorów; kolektory płaskie i kolektory rurowe. Szczegóły ich konstrukcji pokazują rys.2 i 3.



Rys. 3 Budowa kolektora płaskiego: a) cieczowego, b) gazowego

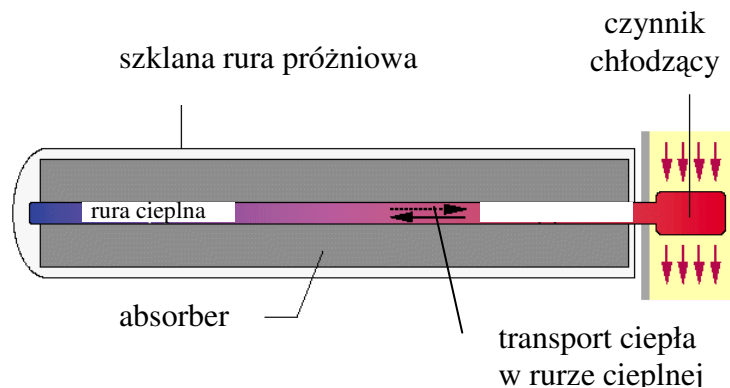
Kolektory rurowe; ich konstrukcja opiera się na pomysłe zamknięcia w próżniowej przezroczystej rurze układu wymiennika ciepła tj. układu w którym promieniowanie słoneczne podgrzewa czynnik roboczy. Dodatkowym czynnikiem wpływającym na lepsze parametry kolektorów rurowych jest możliwość zwiększenia czasu w którym promieniowanie pada prostopadłe do powierzchni absorbującej. Wyjaśnia to rysunek poniżej.



Rys. 4 Przy zmianie kąta padania promieniowania w kolektorach rurowych istnieje dalej powierzchnia prostopadła do kierunku padania promieniowania

Możliwe są następujące odmiany układu wymiany ciepła:

- z bezpośrednim przepływem czynnika chłodzącego: w próżniowej rurze zamknięta jest rura doprowadzająca zimny czynnik chłodzący i rura odprowadzająca nagrzaną czynnik chłodzący.
- z rurami cieplnymi, budowę i działanie wyjaśnia rysunek 5.



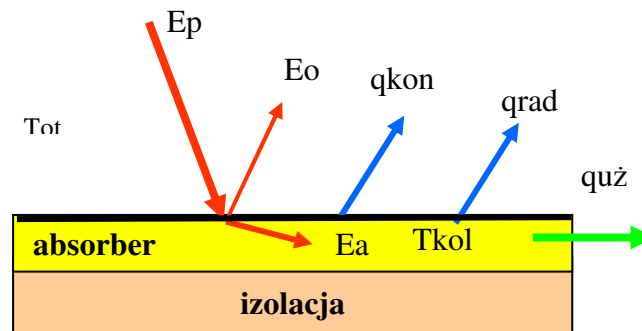
Rys. 5 Rura kolektora z rurą cieplną

- z parabolicznym koncentratorem promieniowania: konstrukcja odbłyśnika koncentruje promieniowanie padające na rurze kolektora przy szerokim zakresie kątów padania promieniowania.



3. Bilans mocy kolektora

Uproszczony schemat budowy kolektora płaskiego przedstawia rys. 5.



Rys.5 Uproszczony schemat kolektora płaskiego

Równania opisujące wymianę ciepłą w kolektorze płaskim przedstawiają się następująco:

Na powierzchnię kolektora pada promieniowanie o natężeniu E_p , część tego promieniowania zostaje odbita (E_o), część przenika przez szybę kolektora i zostaje pochłonięta przez absorber (E_a).

$$E_p = E_o + E_a \quad (1)$$

Wielkość promieniowania pochłoniętego można wyznaczyć z zależności:

$$E_a = aE_p \quad (2)$$

gdzie a – współczynnik pochłaniania kolektora, E_o – natężenie padającego promieniowania.

Nagrzany absorber oddaje część swojej energii do czynnika chłodzącego (q_{uz}), a część poprzez straty konwekcyjne (q_{kon}) i radiacyjne (q_{rad}) do otoczenia. Wielkość tych strat można wyznaczyć z równań:

- konwekcyjne

$$q_{kon} = \alpha(t_{kol} - t_{ot}) \quad (3)$$

- radiacyjne

$$q_{rad} = \sigma \varepsilon (T_{kol}^4 - T_{ot}^4) \quad (4)$$

gdzie α to konwekcyjny współczynnik przejmowania ciepła, ε – emisyjność powierzchni kolektora, $\sigma = 5.669 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$ – stała Stefana Boltzmana, t_{kol} – temperatura kolektora (w $^{\circ}\text{C}$ lub K), t_{ot} – temperatura otoczenia.

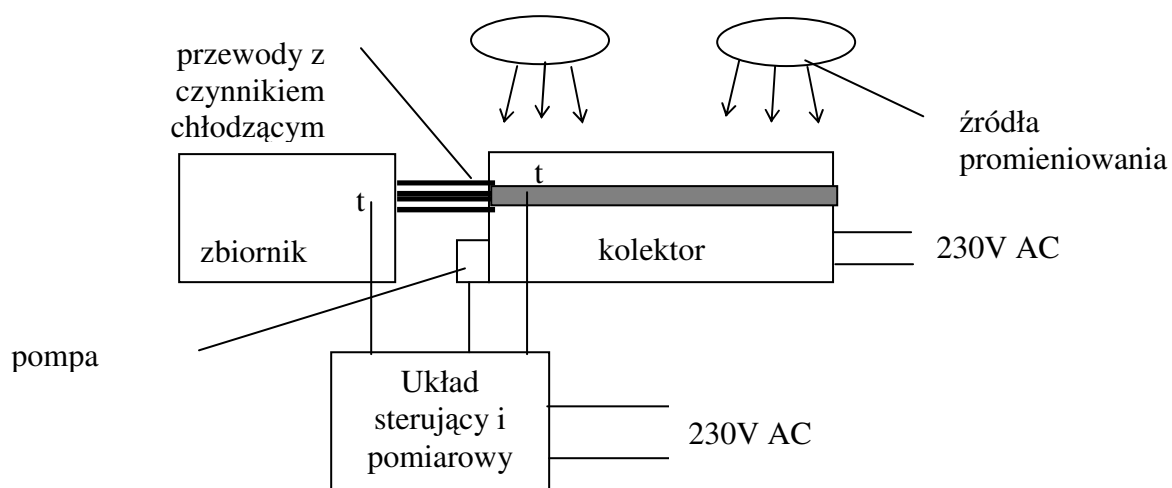
Bilans mocy kolektora ma postać:

$$aE_p - q_{kon} - q_{rad} - q_{uż} = 0 \quad (5)$$

i pozwala wyliczyć temperaturę czynnika chłodzącego (t_{kol}) przy założonej ilości mocy uzyskiwanej z 1 m^2 powierzchni kolektora ($q_{uż}$).

2. Przebieg ćwiczenia i pomiary

1. Połączyć układ wg. schematu



2. Po załączeniu lamp dokonać we wskazanych punktach pomiaru natężenia promieniowania dla dwóch wysokości zawieszenia promienników.

	31		11
	33		13

Rys. Położenie punktów pomiarowych

Tabela 1 Pomiar natężenia padającego promieniowania



Nr położenia źródła	Natężenie promieniowania E_p [W/m^2]		
1			
Średnio: [W/m^2]			
2			
Średnio: [W/m^2]			

3. Dla wskazanego przez prowadzącego położenia źródeł promieniowania po nastawieniu histerezy regulatora na wartość $\Delta T=5^{\circ}C$, zanotować temperaturę początkową, włączyć obieg cieczy chłodzącej i notować temperaturę i czas po każdym załączeniu i wyłączeniu obiegu cieczy chłodzącej.