

ENERGIA PROMIENIOWANIA SŁONECZNEGO ŹRÓDŁEM REZERW ENERGETYCZNYCH W UZDROWISKACH

Obserwując coraz szersze zainteresowanie na świecie zagadnieniami związanymi z wykorzystaniem energii słonecznej, zwłaszcza do celów ogrzewczych, uzasadnione jest prowadzenie również w Polsce prac badawczych nad tymi zagadnieniami. Dotychczasowe wyniki badań w tej dziedzinie pozwalają stwierdzić, że wykorzystanie energii słonecznej w uzdrowiskach, jako pomocniczego źródła ciepła jest celowe, a ze względu na ochronę środowiska naturalnego — dodatkowo zalecane.

Trudności energetyczne, jakie wystąpiły w ostatnich latach, spowodowały intensyfikację prac badawczych, związanych z poszukiwaniem nowych źródeł energii, które dodatkowo nie powiększałyby zanieczyszczenia środowiska naturalnego.

Wobec występującego niedoboru energii i konieczności racjonalnego wykorzystania dostępnych jej źródeł, realne możliwości poprawy bilansu energetycznego uzyskać można przez:

- zredukowanie strat ciepła w budynkach
- wykorzystanie ciepła ze ścieków i z powietrza zużytego
- wykorzystanie energii słonecznej bezpośrednio lub w formie ciepła z otoczenia albo z ziemi
- wykorzystanie energii cieplnej, dotychczas bezpowrotnie traconej podczas pracy wielu urządzeń
- rozwój optymalnych systemów energetycznych.

W uzdrowiskach krajowych prowadzone są aktualnie prace badawcze nad wykorzystaniem ciepła z wód pozabiegowych. Uzyskane dotychczas wyniki umożliwiają rozpoczęcie prac wdrożeniowych. Obserwując jednak, coraz szersze zainteresowanie w wielu krajach zagadnieniami związanymi z eksploatacją nie wykorzystywanych dotąd źródeł energii, w tym również promieniowania słonecznego, uzasadnione jest podjęcie także u nas prac badawczych nad tymi zagadnieniami. Należy zwrócić uwagę, że przydatność energii słonecznej, zwłaszcza do celów ogrzewczych, została potwierdzona analizą techniczno-ekonomiczną w krajach Europy zachodniej i środkowej, o szerokości geograficznej i warunkach klimatycznych zbliżonych

do istniejących w Polsce. Dlatego w niniejszym opracowaniu zwraca się uwagę na istnienie realnych możliwości wykorzystania energii słonecznej również w warunkach uzdrowiskowych.

Wpływ czynników atmosferycznych
i położenia geograficznego
na natężenie promieniowania słonecznego

Źródłem energii promieniowania słońca jest reakcja termojądrowa (głównie przemiana wodoru w hel) w trakcie której, wyzwalamy się ogromne ilości energii wypromieniowanej do przestrzeni kosmicznej o widmie promieniowania w zakresie długości fal $0,3 \div 3,0$ mikrometra. Natężenie tego promieniowania wynosi około 6×10^4 kW/m².

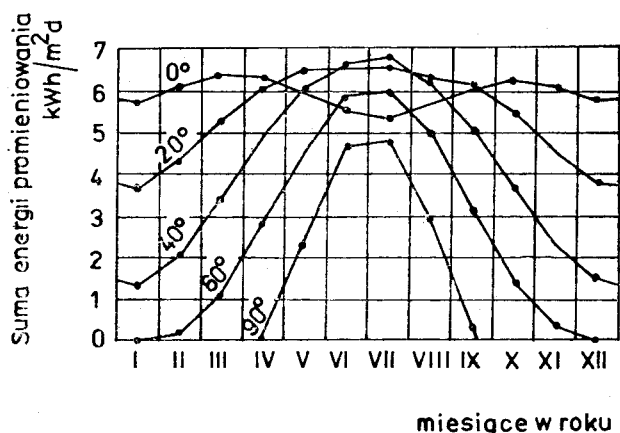
Stałe proporcje wymiarów planet oraz znaczne odległości między Słońcem a Ziemią utrzymują prawie stałą wartość natężenia promieniowania, która do granic naszej atmosfery dociera o natężeniu 1,354 kW/m². Z wartości powyższej, do powierzchni ziemi dochodzi promieniowanie nie przekraczające, w najkorzystniejszych warunkach, wartości 1—1,1 kW/m², gdyż w atmosferze ziemskiej promieniowanie słoneczne jest częściowo rozpraszane i absorbowane przez składniki atmosfery oraz zawarte w niej zanieczyszczenia.

Mimo tak znacznych strat oszacowano [1], że rocznie suma dochodzącej do Ziemi energii promieniowania słonecznego przekracza około 20 tys. razy aktualne światowe zapotrzebowanie na energię. Poza wpływem składników atmosfery, na osłabienie promieniowania słonecznego, natężenie promieniowania zależy przede wszystkim od stopnia zachmurzenia ziemi. Je-

zeli przy pogodzie słonecznej, skutkiem zjawisk odbicia, załamania i pochłaniania promieni w atmosferze, straty promieniowania wynoszą 10–25% to w czasie silnego zachmurzenia sięgają 95%.

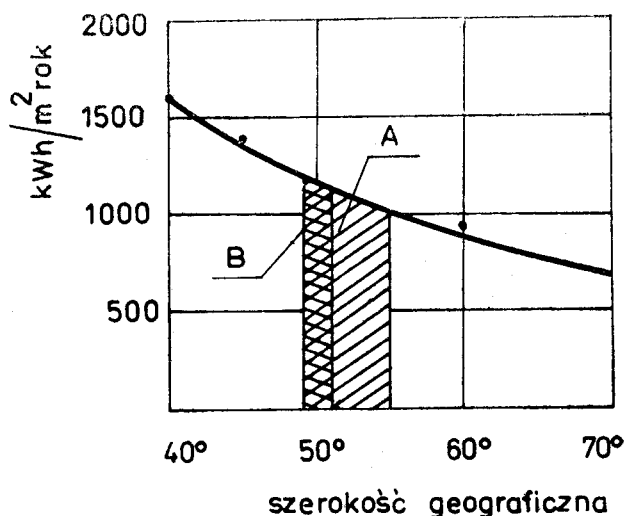
W zależności od położenia geograficznego, pory roku oraz stopnia występującego zachmurzenia, różne regiony świata dysponują zróżnicowaną ilością energii słonecznej, dochodzącej do powierzchni ziemi.

Zmienność średniej sumy dziennej energii promieniowania słonecznego w zależności od położenia geograficznego oraz czasu, pokazano na rysunku 1.



Rys. 1. Średnie sumy dzienne energii promieniowania słonecznego w zależności od szerokości geograficznej i czasu.

Zależność tę dla interesujących nas obszarów Europy, przedstawiono na rys. 2, zaznaczając jednocześnie graniczne szerokości geograficzne Polski (obszar A) oraz położenie południowych jej regionów, na których zlokalizowana jest większość uzdrowisk polskich (obszar B). Z rysunku tego wynika, że dla obszarów uzdrowiskowych wartość średniej sumy energii promieniowania słonecznego wynosi ok. 1200 kWh/m² rok.



Rys. 2. Średnia roczna suma energii promieniowania słonecznego w obszarze Europy dla szerokości geograficznej północnej: A — obszar Polski, B — obszar uzdrowisk położonych na południu Polski

Czynniki warunkujące wykorzystanie energii słonecznej

Ocena możliwości praktycznego wykorzystania energii słonecznej w danym regionie zależy od jego warunków klimatycznych i pogodowych. Zagadnienia te są zazwyczaj bardzo złożone z uwagi na dużą różnorodność i zmienność poszczególnych elementów, z których najważniejsze to [2]:

- temperatura powietrza
- natężenie promieniowania słonecznego
- szybkość i kierunek wiatru
- zachmurzenie
- kąt padania promieni słonecznych
- opady atmosferyczne.

Dysponując wieloletnimi danymi statystycznymi placówek meteorologicznych obliczyć można średnie wartości w/w elementów, a otrzymane wyniki umożliwiają dalszą analizę obliczeniową sposobów wykorzystania energii słonecznej. Na podstawie tych wyników dobrać można najbardziej odpowiedni typ kolektorów słonecznych, które są specjalnymi urządzeniami czerpiącymi i przemieniającymi energię słoneczną w użyteczną dla nas energię cieplną.

Rodzaje przemian energii słonecznej

Obecnie znane są cztery rodzaje przemian energii słonecznej [1]:

- w energię cieplną (heliotermiczna) o współczynniku sprawności bliskim 100%
- w energię elektryczną (fotoelektryczna) o współczynniku sprawności do 20%
- w energię chemiczną (fotochemiczna) o niewielkiej sprawności rzędu 1%
- na środki spożywcze, o nieokreślonej sprawności.

Wysoki współczynnik sprawności przemiany heliotermicznej i fakt wzrastającego zapotrzebowania na energię cieplną wskazuje, że ten rodzaj przemiany jest najbardziej opłacalny. Ze względu na sposób dostarczania energii słonecznej, zmienny w czasie i nie zawsze ilościowo odpowiedni do aktualnego zapotrzebowania, zachodzi potrzeba ustalenia efektywnych sposobów czerpania oraz magazynowania uzyskanej tą drogą energii. Ze względów technicznych łatwiej magazynować można ciepło tzw. niskotemperaturowe tzn. takie, które wykorzystywane jest w ogrzewnictwie. Dlatego ograniczając wykorzystanie przemiany heliotermicznej do zagadnień ogrzewczych, dalsze rozważania będą dotyczyły tylko tego zakresu jej przydatności.

Sprawność kolektorów słonecznych

Sprawność kolektorów słonecznych jest zagadnieniem bardzo istotnym a jednocześnie złożonym. Zależy ona od wielu czynników, przy czym

między częścią z nich istnieje wzajemna współzależność. Ogólnie sprawność kolektorów słonecznych jest funkcją następujących parametrów:

$$\zeta_k = f(E_p, \varepsilon_a, q_c, t_o, \alpha_s, \beta_k, t_a, \xi_s, t_{za}, \zeta_{wa})$$

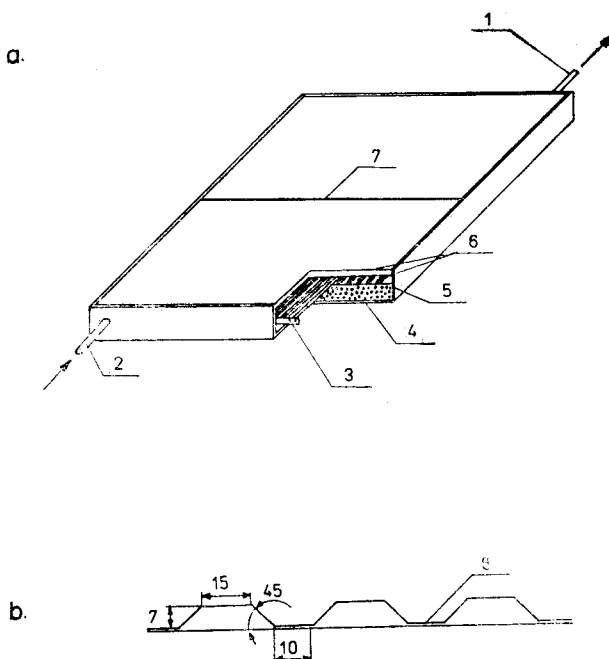
Spśród nich można wydzielić tzw. parametry niezależne do których należą wszystkie wielkości, charakteryzujące warunki nasłonecznienia, temperatura powietrza zewnętrznego oraz warunki energetyczne jakie mają spełniać określone kolektory słoneczne.

Określenie parametrów niezależnych umożliwia optymalizację pozostałych i stanowi dane wyjściowe do konstruowania lub doboru kolektorów słonecznych.

Przykład budowy kolektora słonecznego

Kolektor słoneczny jest najczęściej przeponowym wymiennikiem ciepła, w którym czynnikiem grzejnym jest promieniowanie słoneczne, absorbowane przez pochłaniacz wykonany ze specjalnego materiału o wysokim współczynniku przewodności cieplnej i dużej odporności na korozję. W ten sposób następuje przemiana energii słonecznej na energię cieplną, która przekazywana jest do czynnika ogrzewanego, cyrkulującego najczęściej w sposób wymuszony w rurach stykających się z pochłaniaczem.

Czynnik ogrzewany może być następnie wykorzystany bezpośrednio do określonych celów ogrzewczych lub pośrednio — co jest częściej stosowane — oddaje uzyskaną w kolektorze energię do zasobnika ciepła. Przykład budowy kolektora słonecznego podaje rys. 3a.



Rys. 3. Kolektor słoneczny: 1 — króciec wylotowy, 2 — króciec zasilający, 3 — kanał rozpraszający, 4 — izolacja cieplna, 5 — absorber, 6 — szyby, 7 — wspornik szyb, 8 — punkty łączenia

Jest to kolektor skonstruowany i wykonany w Instytucie Energetyki w Warszawie [3]. Obudowa płaska o wymiarach $2000 \times 1500 \times 160$ mm wykonana została z rezotexu i uszczelniona żywicą epoksydową. W górnej części kolektora zamontowano dwie warstwy szyb hartowanych o grubości 5 mm każda. Odległości pomiędzy absorberem i szybą wewnętrzną oraz pomiędzy szybami wynoszą po 25 mm.

Absorber o przepływie równoległym z kanałem rozpraszającym na dole i zbiorczym u góry wykonano w dwóch wersjach z blachy stalowej o grubości 0,5 mm oraz z blachy aluminiowej o grubości 1,0 mm. Profil przekroju pojedynczego elementu przepływowego pokazano na rys. 3 b. Równomierny rozdział czynnika ogrzewanego uzyskano skutkiem umieszczenia króćców, zasilającego i odpływowego, po przekątnej płyty absorbera. Dolna powierzchnia absorbera zaizolowana została styropianem o grubości 110 mm. Kolektor zamontowano na przegubach, umożliwiających zmianę kąta nachylenia od 0° do 90° . Ponadto możliwa jest łatwa wymiana absorbera, bez naruszenia szczelności szyb i obudowy. Podobne urządzenia są już produkowane seryjnie w USA i RFN. Opłacalność ich stosowania, w porównaniu z urządzeniami wykorzystującymi konwencjonalne źródła energii, została tam udowodniona. Na podkreślenie zasługuje również fakt, że wykorzystanie energii słonecznej do celów ogrzewczych zmniejsza poważnie zużycie opału, a jednocześnie nie zanieczyszcza środowiska naturalnego.

Przykład wykorzystania kolektorów słonecznych

Coraz większego znaczenia nabiera stosowanie energii słonecznej dla celów ogrzewczych w halach produkcyjnych, basenowych i innych obiektach wymagających dużej ilości ciepłej wody technologicznej, sanitarnej i do ogrzewania pomieszczeń.

W krajach o dużym nasłonecznieniu, wykorzystuje się do tego celu, poza kolektorami i przewodami z grawitacyjnym obiegiem wody, jedynie zbiornik akumulatoryjny, co jest inwestycją bardzo taną. Natomiast w naszym klimacie, w którym stosować trzeba obieg wymuszony, dochodzą instalacje i urządzenia dodatkowe, przy jednoczesnej konieczności instalowania na okres chłodny lub bezsłoneczny, dodatkowych urządzeń cieplnych.

Wykorzystanie kolektorów słonecznych do ogrzewania hal jest możliwe pod warunkiem odpowiedniej lokalizacji budynku. Musi on być zlokalizowany na terenie możliwie otwartym i usytuowany w kierunku południowym (swoją długością), celem uzyskania maksymalnego nasłonecznienia kolektorów umieszczonych na dachu. Profil nachylonego dachu i konstrukcja powinny zapewniać możliwość ułożenia dużej liczby kolektorów, bez wzajemnego ich zaciem-

Technical drawing of a roof structure showing a cross-section. The drawing includes the following dimensions and components:

- Overall width: 10.00 m
- Left vertical height: 5.20 m
- Right vertical height: 3.50 m
- Numbered components:
 - 1: Left vertical wall
 - 2: Left sloped roof section
 - 3: Right sloped roof section
 - 4: Vertical section through the roof peak

Kolektory stanowią częściowe pokrycie dachu (rys. 4). W jednym miejscu hali zgrupowane są wszystkie elementy instalacji oraz kompletne samo rejestrujące urządzenia pomiarowe, które pozwalają na odczyty bieżące i okresowe temperatur powietrza atmosferycznego, wielkość napromieniowania słonecznego na powierzchni kolektorów, temperatury wody, ilość przepływu wody ogrzanej słońcem i oddzielnie innym źródłem energii. Dzięki tej aparaturze można obliczyć uzysk energii i sprawność przemiany energii słonecznej na ciepłą.

W omawianej hali produkcyjnej w Espelkamp o pow. 900 m² i kubaturze 3900 m³, dzięki zastosowaniu dobrej izolacji cieplnej, zapotrzebowanie ciepła wynosi tylko 60 kW dla zapewnienia różnicy (zewnątrz-wewnątrz) temperatur 33 K. Instalacja słoneczna o powierzchni kolektorów 180 m² oszczędza rocznie około 140 tys. kWh energii elektrycznej lub 17,5 tys. litrów oleju opałowego.

A cross-sectional diagram of a multi-layered structure. The layers are numbered 1 through 8 from top to bottom. Layer 1 is a thin top layer. Layer 2 is a layer containing small circles. Layer 3 is a thin layer. Layer 4 is a layer containing small squares. Layer 5 is a thin layer. Layer 6 is a thin layer. Layer 7 is a layer containing a wavy line. Layer 8 is a thin bottom layer.

Obieg wody przez kolektory zapewnia pompa (rys. 6). Przy wyłączonej pompie instalacja nie jest całkowicie zapełniona wodą, a górny jej poziom znajduje się stale poniżej dolnej krawędzi kolektora, w przewodach znajdujących się wewnątrz hali.

The diagram illustrates a water treatment process. It begins with an inlet pipe (1) leading to a filter (2). The filtered water then passes through a pump (3) and a distribution network (4) into a large rectangular tank (5). Inside this tank, there are multiple horizontal layers (6) and a central vertical pipe (7). Water flows from the top (8) and bottom (9) of the tank. A side pipe (10) leads to a smaller tank (11) containing a filter (12). The water then passes through a pump (13) and a distribution network (14) before exiting the system.

Osiągnięte w kraju wyniki w konstrukcji prototypów i produkcji małej serii doświadczalnych kolektorów słonecznych niskotemperaturowych, jak również efekty ich pracy w różnych instalacjach do grzania wody użytkowej

stwarzają podstawę do rozpoczęcia prac, umożliwiających wdrożenie tego typu urządzeń w inżynierii uzdrowiskowej, zwłaszcza dla podgrzewania wody w basenach i przygotowania ciepłej wody użytkowej, t.j. w układach instalacyjnych w których możliwa jest akumulacja ciepła. Ogólnie można stwierdzić, że wykorzystanie energii słonecznej w uzdrowiskach, jako pomocniczego źródła ciepła, jest technicznie i ekonomicznie uzasadnione, a ze względu na ochronę środowiska naturalnego, dodatkowo zalecane.

LITERATURA

1. L. LASKOWSKI: Możliwości wykorzystania energii promieniowania słonecznego. COW, nr 12, 1979, str. 326-330.
2. P. MICHALCZYK: Wykorzystanie energii słonecznej do celów ogrzewczych COW, nr 9, 1976, str. 226-230.
3. M. JANKOWSKI: Wyniki wstępnych badań kolektorów słonecznych, Sympozjum n.t. Wykorzystanie energii słonecznej dla potrzeb gospodarki narodowej. Komitet Problemów Energetyki PAN, Warszawa, 25 X 1979 r.
4. S. MINORSKI: Stan badań i wdrożeń wykorzystania energii promieniowania słonecznego w Polsce.

Sympozjum n.t.: Wykorzystanie energii słonecznej dla potrzeb gospodarki narodowej. Komitet Problemów Energetyki PAN, Warszawa 25 X 1979 r.

5. J. JANCZAK: Energia słoneczna na tle obecnej sytuacji energetycznej. Sympozjum n.t. Wykorzystanie energii słonecznej dla potrzeb gospodarki narodowej. Komitet Problemów Energetyki PAN, Warszawa, 25 X 1979 r.

O Z N A C Z E N I A

E_p — moc promieniowania słonecznego, ε_a — współczynnik absorpcyjności powierzchni czynnej absorbera, q_c — straty ciepła w kolektorze wynikające z jego konstrukcji, W , t_o — temperatura otoczenia, °C, t_a — średnia temperatura absorbera $\frac{t_{1k} + t_{2k}}{2}$, t_{1k} —

temperatura na wejściu do kolektora słonecznego, °C, t_{2k} — temperatura na wyjściu z kolektora słonecznego, °C; t_{za} — temperatura czynnika w zbiorniku akumulacyjnym, °C; α_s — kąt padania promieni słonecznych na absorber; β_k — kąt nachylenia kolektora; ξ_s — współczynnik przepuszczalności promieniowania słonecznego przez szyby; η_{wa} — sprawność wymiennika kolektora słonecznego odprowadzającego energię cieplną do zasobnika; η_k — sprawność kolektora słonecznego.

doc. dr inż. Gerard Jan Besler
mgr inż. Zbigniew Burzyński
dr inż. Zbigniew Spryszyński

Politechnika Wrocławska

OGRANICZENIE ZANIECZYSZCZENIA ŚRODOWISKA W WYNIKU WYKORZYSTANIA ENERGII GRUNTU DLA KSZTAŁTOWANIA MIKROKLIMATU POMIESZCZEŃ

Przedstawiono możliwości istotnego ograniczenia zanieczyszczenia środowiska w wyniku pozyskiwania naturalnej energii gruntu z niewielkich głębokości dla celów termowentylacji, klimatyzacji i chłodnictwa.

Wykazano wiele korzyści wynikających z zastosowania urządzeń pozyskujących tę energię i zwrócono szczególną uwagę na możliwość prostej i taniej poprawy mikroklimatu wewnątrz, zwłaszcza w nowoczesnym budownictwie mieszkaniowym.

Człowiek od dawna ujarzmił przyrodę uzyskując z niej zasoby materialne dla tworzenia nowych cywilizacji. Pod wpływem stałego naporu, w wielu regionach kuli ziemskiej, przyroda zaczęła ustępować, a często ginąć, kierując się tym samym przeciwko człowiekowi. Znaczną liczbą uczonych jest dziś zdania, że niedostosowanie świadomości ludzkiej do osiągniętego poziomu sił wytwórczych, w wielu częściach globu, doprowadziło już, a w innych prowadzi nieuchronnie do kryzysu ekologicznego, czyli kryzysu środowiska przyrodniczego człowieka, którego przejawami są zwłaszcza:

- zachwianie zdrowia ludzkiego (zanieczyszczenia wód, powietrza i gleby atakują organizm bezpośrednio lub pośrednio — w drodze spożywania pokarmów, zawie-

rających coraz więcej substancji toksycznych, zakumulowanych w tkankach roślin i zwierząt);

- zagrożenia zdolności rozrodczych i zakłócenia genetyczne (za przyczyną nadmiernego promieniowania i używanych farmaceutyków);
- osłabienie zdolności przyrody do pełnej autoregeneracji
- niewygody życia m.in. w wyniku ograniczonej możliwości przyjemnego obcowania z przyrodą (brudne rzeki, jeziora i morza, zaśmiecone lasy itp.).

Sprawa wygląda szczególnie alarmująco, jeśli wziąć pod uwagę przewidywania International Research and Technology Corporation, mówią-