

KOLEKTORY SŁONECZNE JAKO ALTERNATYWNE ŹRÓDŁO CIEPŁA W PROCESIE PRZYGOTOWANIA CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ

Michał Drozd, Anna Rosa

Państwowa Szkoła Wyższa im. Papieża Jana Pawła II w Białej Podlaskiej
Katedra Nauk Technicznych, ul. Sidorska 95/97, 21-500 Biała Podlaska
e-mail: michal.drozd@poczta.pl

Streszczenie

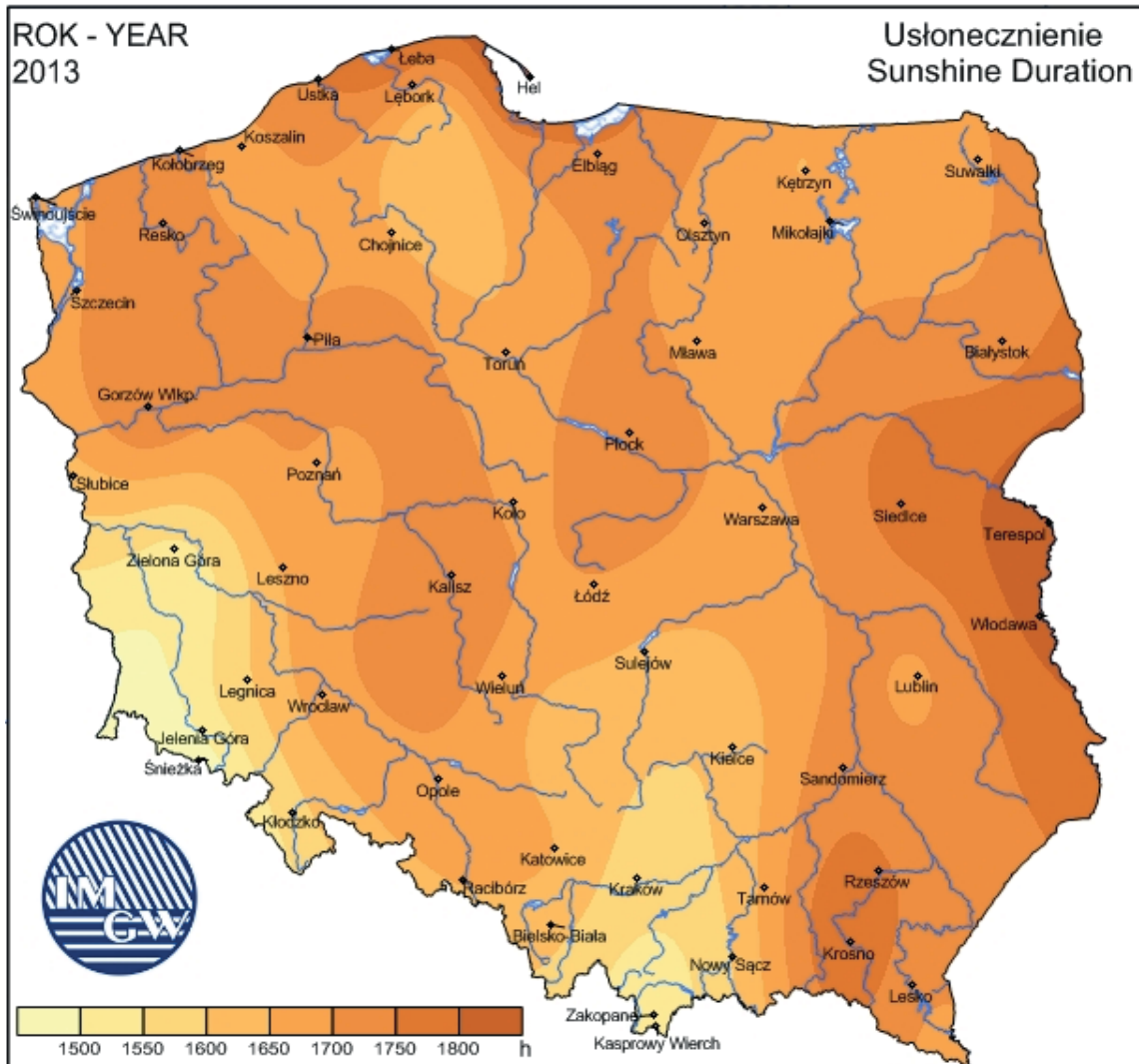
W artykule przedstawiono zagadnienie uzyskania ciepłej wody użytkowej w domu jednorodzinnym z odnawialnych źródeł energii na przykładzie kolektorów słonecznych. Wykonano i przedstawiono analizę przykładowego rozwiązania zapewnienia c.w.u. dla czteroosobowej rodziny 2+2 za pomocą instalacji solarnych. Zaprezentowano wnioski oraz zalety w zestawieniu z wadami omawianych rozwiązań.

Słowa kluczowe: kolektory słoneczne, źródła odnawialne, instalacja solarna, ciepła woda użytkowa

Wstęp

Obok zapewnienia komfortu cieplnego i energetycznego, zagwarantowanie ciepłej wody użytkowej jest jednym z największych i najdroższych elementów zapewnienia komfortu użytkowania osobom eksploatującym budynek. W praktyce ciepłą wodę do codziennego użytku standardowe gospodarstwa domowe wytwarzają za pomocą tradycyjnych technologii jakimi są: zasobniki ciepłej wody opalane kotłami na paliwo stałe, ogrzewacze przepływowe, gazowe lub elektryczne. Od kilku lat na rynku budowlanym, za sprawą unijnych dopłat dostrzeżono duży wzrost instalacji solarnych. Popularne solary bazują na dostępnej energii słonecznej, która w przeciwieństwie do tradycyjnych źródeł energii jest bezpłatna, ogólnie dostępna i z odroczonym terminem wyeksploatowania. Krzysztof Nalewaj z Politechniki Lubelskiej zwraca jednak uwagę na pewne „ograniczenia w zastosowaniu technologii przetwarzającej energię słoneczną na energię cieplną i elektryczną” będące następstwem realiów ekonomicznych (Nalewaj, 2012). Przyszłością wykorzystywania energii słonecznej zdaje się być poszukiwanie możliwości pozyskiwania, przetwarzania i akumulowania energii. Na dzień dzisiejszy z powodzeniem korzysta się z energii słońca w instalacjach solarnych wykorzystujące kolektory słoneczne do produkcji ciepłej wody użytkowej. W Polsce, mimo nie tak korzystnego położenia geograficznego jakim cieszą się na przykład kraje śród-

ziemnomorskie w roku 2013 usłonecznienie czyli średnioroczne sumy promieniowania słonecznego, określające liczbę godzin promieniowania słonecznego w ciągu roku (przy natężeniu promieniowania słonecznego $>200\text{W/m}^2$) (Nalewaj, 2012), prezentuje poniższa mapa wygenerowana na stronie Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej Państwowego Instytutu Badawczego:



Rys. 1. Nasłonecznienie Polski w roku 2013, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej Państwowego Instytutu Badawczego

Z powyższej grafiki można wywnioskować iż, w 2013 roku wysokość sumy usłonecznienia w zależności od regionu kraju i mieściła się w granicach od 1450 do 1850 godzin.

Należy pamiętać, iż mimo względnej ogólnodostępności energii słonecznej, jej wpływ do powierzchni Ziemi jest zróżnicowany i zależny od szerokości geograficznej oraz nachylenia osi ziemi (Nalewaj, 2012). Szerokość geograficzna w jakiej znajduje się Polska, daje możliwość podziału jej terytorium na 4 strefy natężenia promieniowania słonecznego:

- poniżej 996 kWh/m²/rok, tj. ok. 9,75MJ/m²/dobę
- 996-1022 kWh/m²/rok, tj. ok. 9,75-10 MJ/m²/dobę
- 1022-1048 kWh/m²/rok, tj. ok. 10-10,25 MJ/m²/dobę
- powyżej 1048 kWh/m²/rok, tj. ponad 10,25 MJ/m²/dobę. (Zimny, 2013),

co znacząco ułatwia dobór odpowiedniej instalacji solarnej w zależności od strefy w jakiej usytuowany jest budynek.

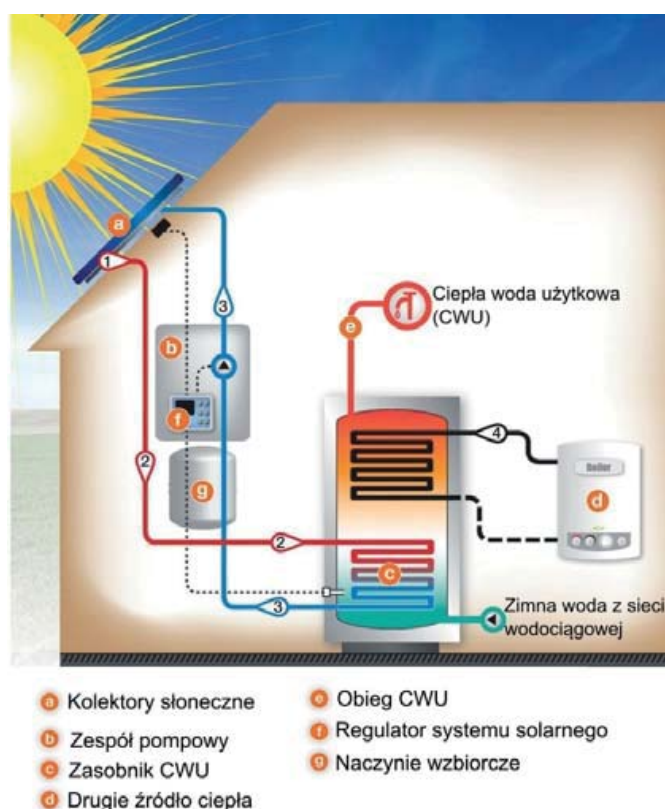
Rodzaje kolektorów słonecznych

W literaturze przedmiotu wyróżnia się podziały kolektorów ze względu na temperaturę czynnika roboczego na wyjściu z urządzenia (nisko-, średnio- i wysoko temperaturowe), ze względu na kryterium rodzaju czynnika roboczego (kolektory cieczowe i powietrzne) (Wnuk, 2007), dzielone dalej na kolejne typy ze względu na budowę i przeznaczenie. Przykładem są: kolektory cieczowe: płaskie, próżniowe, magazynujące, elastyczne oraz kolektory powietrzne: z absorberami płaskimi, porowatymi, z absorberami o powierzchni rozwiniętej jak kolektory nadciśnieniowe (Smolec, 2000).

Bez względu na rodzaj i typ kolektora, jego zadaniem jest zebranie i przetworzenie promieni słonecznych na ciepło użyteczne wykorzystywane dalej zwykle do podgrzania wody użytkowej.

Budowa i zasada działania

Instalacja solarna składa się z kolektorów słonecznych, w których energia słoneczna zamieniana jest na ciepło, zestaw pompowy, regulator solarny (sterownik), zasobnik c.w.u. do ogrzewania oraz magazynowania wody, rezerwowe źródło ogrzewania, armatura, zabezpieczenia chroniące przed przegrzaniem (Nowicka, 2012).



Rys. 2 Uproszczony schemat instalacji solarnej służącej do przygotowania ciepłej wody użytkowej

Zasada działania kolektorów słonecznych opiera się na konwersji energii promieni słonecznych na ciepło, czyli na zjawisku konwersji fototermicznej. Promieniowanie słoneczne jest absorbowane przez ciemny absorber, przekazujący swoje ciepło rurkom miedzianym w których znajduje się płyn – glikol. Następnie jest on transportowany przewodami rurowymi do zasobnika ciepłej wody gdzie będąc zamkniętym w rurach pełni rolę grzałki oddając ciepło zimniejszej wodzie, ogrzewając ją. Schłodzony glikol wraca za pomocą pomp z powrotem do kolektora, aby powtórzyć proces.

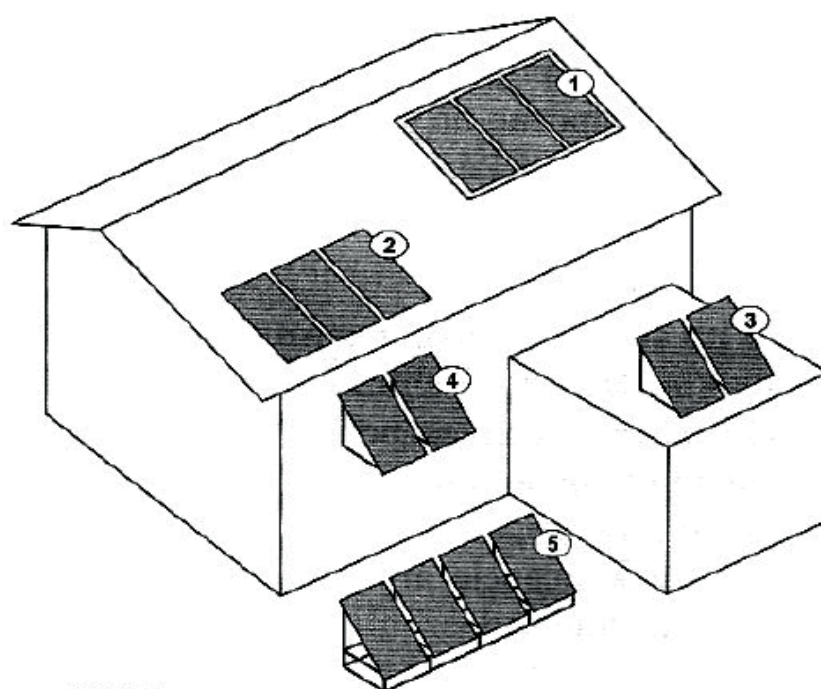
Wężownica glikolu znajduje się na dnie zbiornika wody, aby ogrzać zimniejszą jej część. Pod wpływem ogrzewania, staje się cieplejsza oraz tym samym lżejsza unosząc się w górę zasobnika skąd jest zaczerpywana do instalacji c.w.u.

Sposoby montażu instalacji solarnych

Biorąc pod uwagę położenie Polski na kuli ziemskiej oraz jej nasłonecznienie instalacja solarna powinna być, tak skierowana by najefektywniej korzystać z zasobów słonecznych. Dlatego podobnie jak to mam miejsce w założeniach budynków energooszczędnych i pasywnych kolektory słoneczne powinny być wyeksponowane i ukierun-

kowane na południe. Istotny wpływ na efektywność pracy sytemu solarnego ma kąt odchylenia kolektora od poziomu połaci dachowej. W zależności od pory roku i kąta padania wówczas promieni słonecznych przyjmuje się, że w instalacjach przeznaczonych do użytku w porach letnich kąt odchylenia baterii od poziomu powinien wynosić 30° , a 60° w tych przeznaczonych do użytku w porze zimowej. Natomiast w zdecydowanej większości, tj. w instalacjach całorocznych stosuje się pochylenie baterii pod kątem $40^\circ - 45^\circ$ (Zawadzki, 2003).

Obecnie kolektory słoneczne montowane mogą być niemalże wszędzie, przy spełnieniu wspomnianych wcześniej warunków (południowe ukierunkowani, brak elementów zasłaniających, oraz kąt nachylenia), obok najpopularniejszych dachów, instalacje montuje się też na ścianach, tarasach, dachach budynków towarzyszących, czy gruncie (Kordek B., 2011). W zależności od rodzaju budynku, konstrukcji jego dachu, zabudowy wraz z ukształtowaniem terenu czy przeznaczeniem stosowanej instalacji (Zawadzki, 2003) sposób zamontowania baterii słonecznych może być inny. W literaturze przedmiotu znaleźć można dwa rozwiązania techniczne montażu instalacji solarnej są nimi kolektory „wbudowane” w połac dachu oraz kolektory na stelażach.

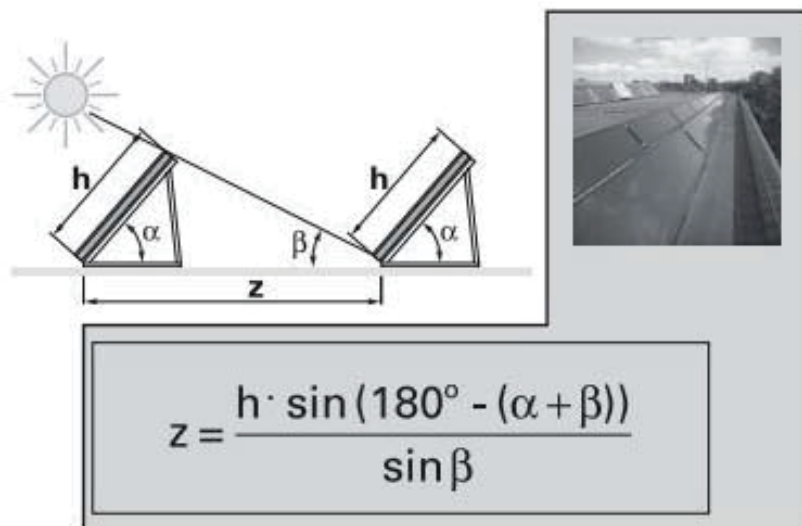


LEGENDA

- ① kolektory zabudowane w połaci dachowej;
- ② kolektory na stelażu bezpośrednio nad połacią dachową;
- ③ kolektory na stelażu kierunkowym nad połacią dachową;
- ④ kolektory na stelażu na fasadzie budynku;
- ⑤ kolektory na stelażu wolnostojącym.

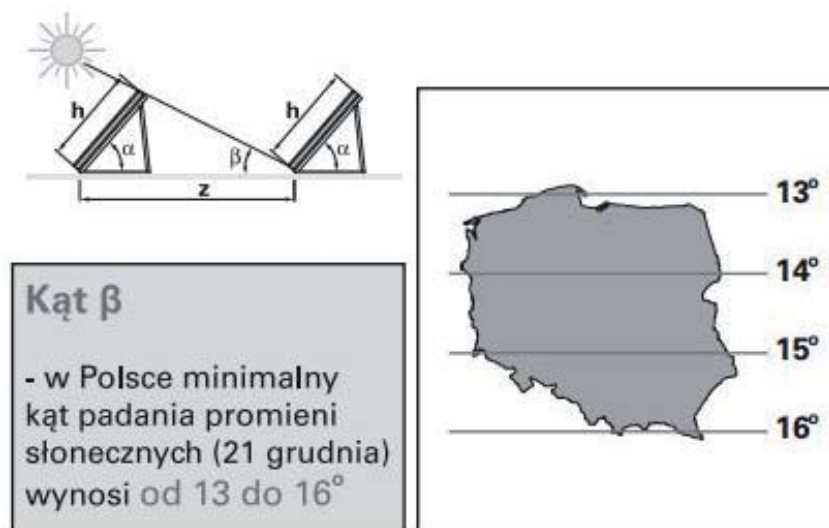
Rys. 3. Warianty montażu kolektorów słonecznych (Zawadzki, 2003)

Aby kolektory najlepiej spełniały swoją funkcję, należy obliczyć ich rozstaw na powierzchni montażowej należy stosować wzór:



Rys. 4. Sposób obliczania odstępów pomiędzy rzędami kolektorów montowanych na konstrukcjach wsporczych (Viessmann, 2006)

Zasada obliczeń bazuje na znajomości kąta nachylenia kolektorów do poziomu oraz najniższego kąta padania promieni słońca β w dniu najgorszych warunków oświetleniowych czyli najkrótszego dnia w roku – 21 grudnia, w momencie kiedy słońce znajduje się w ciągu dnia najniżej nad linią horyzontu. Kąt β zależy to od pory roku oraz szerokości geograficznej na świecie. W Polsce orientacyjny kąt β można określić z rysunku poniżej:



Rys. 5. Najniższy kąt padania promieni słonecznych w ciągu roku dla Polski (Viessmann, 2006)

Biorąc pod uwagę położenie Polski na kuli ziemskiej, nasłonecznienie oraz temperaturę powietrza, kolektory słoneczne w skali całego roku nie są w stanie pokryć całkowitego zapotrzebowania na energię potrzebną do ogrzania ciepłej wody użytkowej ponieważ średniorocznie zapewniają maksymalnie około 60% wymaganej energii. Jeżeli kolektory zamontujemy płasko na dachu, zysk zmniejszy się o około 15%, natomiast pionowo na ścianie budynku o około 30% (Viessmann, poradnik projektanta 2006). W miesiącach letnich wartość ta może osiągać 100%, a nawet więcej kierując ku przegrzaniu się glikolu i uszkodzeniu kolektorów. W związku z sezonowością podwyższonego nasłonecznienia latem oraz obniżonego zimą, do ogrzania wody należało by mieć dodatkowe (rezerwowe) źródło ciepła w przypadkach, kiedy kolektory nie będą w stanie dostatecznie ogrzać wody. W tym celu można zastosować kocioł gazowy, olejowy, pompę ciepła lub grzałkę elektryczną. Taki biwalentny system grzewczy, zautomatyzowany, wyposażony w regulatory oraz zabezpieczenia uniemożliwiające przegrzanie jest w stanie zapewnić komfort użytkownikom przez cały rok.

Analiza przypadku domu dla czteroosobowej rodziny

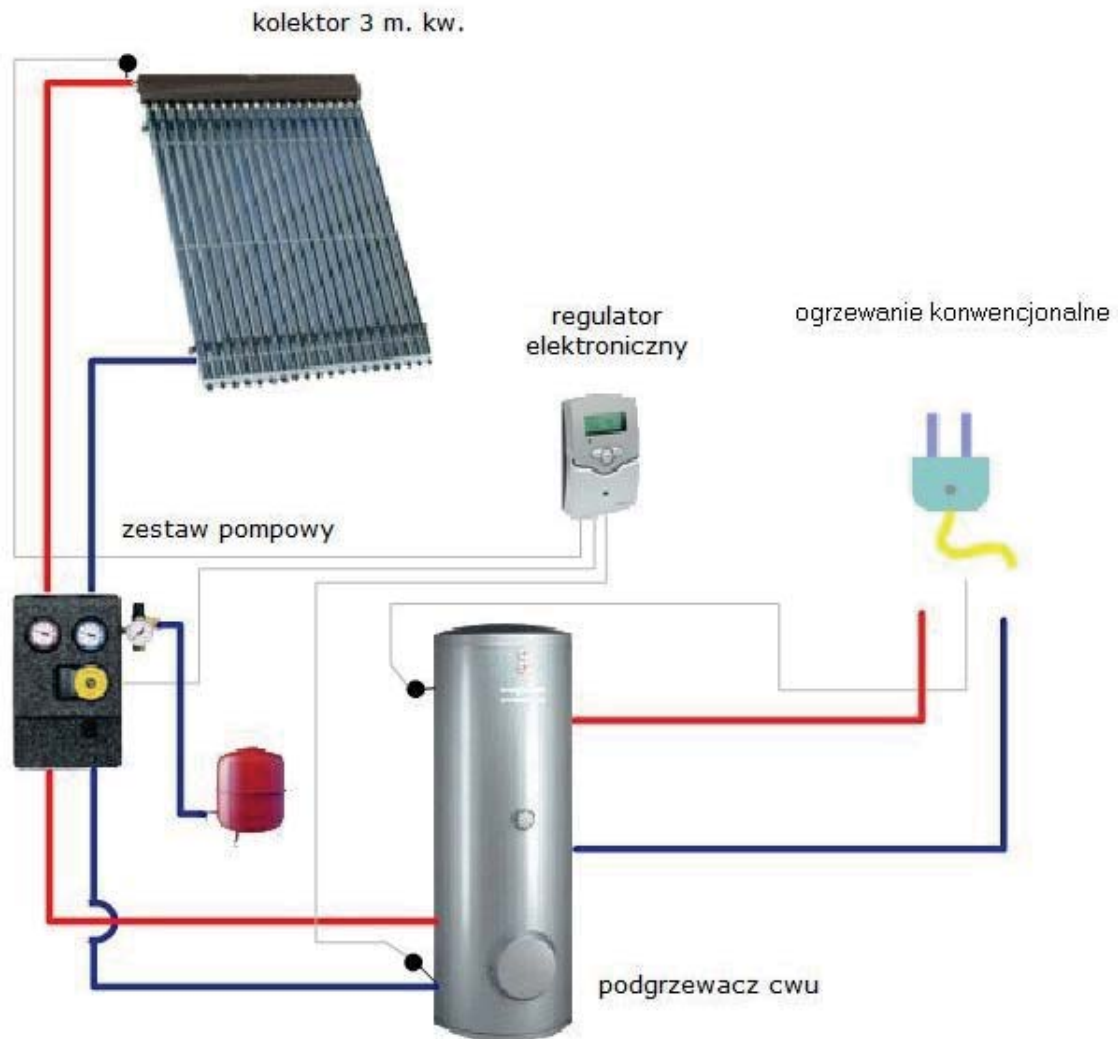
Korzystając z kalkulatora doboru kolektorów słonecznych firmy Viessmann wykonano przykładową kalkulację instalacji solarnej dla domu jednorodzinnego. Do symulacji przyjęto, budynek zlokalizowany w Białej Podlaskiej z kolektorami orientowanymi na południowy zachód. Poniżej przedstawiono szczegółowe założenia oraz wyniki symulacji (Kalkulator Viessmann).

Dane wejściowe:

Miejsce	Biała Podlaska
Nasłonecznienie roczne kolektorów słonecznych	1220.4 kWh/m ² na rok
Typ wybranego kolektora słonecznego	kolektor próżniowy VITOSOL 300
Nachylenie kolektora słonecznego do poziomu	45°
Skierowanie kolektora na stronę świata	45° Południowy Zachód
Podstawowe źródło ciepła	energia elektryczna
Zapotrzebowanie ciepłej wody użytkowej	200 litrów/dzień
Temperatura ciepłej wody użytkowej	45°
Cyrkulacja ciepłej wody użytkowej	jest

Wyniki doboru:

Typ wybranego kolektora słonecznego	kolektor próżniowy VITOSOL 300
Zalecana powierzchnia kolektorów	3 m ²
Możliwy wariant wyboru kolektorów	1 x 3 (łącznie 3) m ²
Zalecana pojemność podgrzewacza wody	200

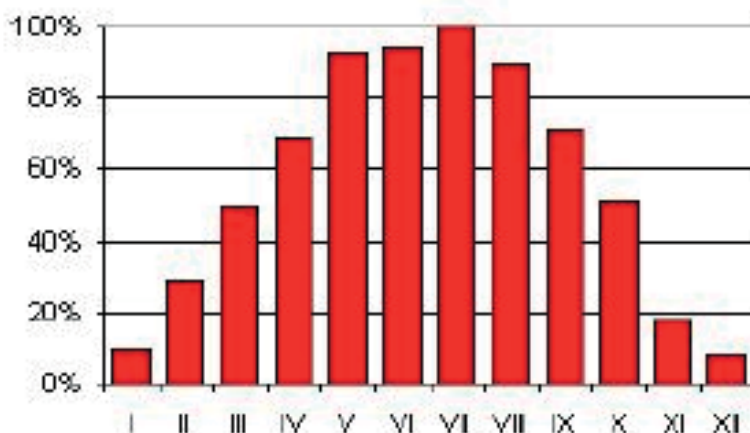


Rys. 6. Schemat instalacji solarnej

Program skonfigurował instalację solarną zgodnie z wprowadzonymi danymi do obliczeń.

Należy wziąć pod uwagę, że dobór prowadzony był w oparciu o dane meteorologiczne uśrednione dla kilkunastu lat obserwacji klimatu. Rzeczywiste efekty pracy mogą się różnić w zależności od charakterystyki klimatu danego roku kalendarzowego. Powierzchnia kolektorów słonecznych obliczana jest w sposób dokładny. W rzeczywistości dobiera się powierzchnię kolektorów w zależności od dostępnych wielkości danego kolektora słonecznego firmy Viessmann.

Ekonomia i ekologia



Rys. 7. Przewidywane miesięczne procentowe oszczędności ciepła na potrzeby podgrzewu ciepłej wody użytkowej

Wykres przedstawia przewidywane miesięczne procentowe oszczędności ciepła dzięki pracy kolektorów słonecznych na potrzeby podgrzewu ciepłej wody użytkowej. Wielkość instalacji solarnej powinna być tak dobrana aby stopień pokrycia potrzeb nie przekraczał latem 100%. Zabezpiecza to instalację przed przegrzewaniem i zapewnienia wysoką sprawność jej pracy. Pokrycie potrzeb ciepła dla podgrzewu wody użytkowej dla całego roku (jako średnia ze wszystkich miesięcy) jest szacowane na: 60,77%.

Zastosowanie kolektorów słonecznych przynosi wymierne korzyści w zakresie ochrony środowiska naturalnego. Dzięki zmniejszeniu zużycia ciepła przez tradycyjne źródła ciepła, zmniejszają się emisje substancji szkodliwych do atmosfery.

Tab. 1. Ilość emisji substancji szkodliwych do atmosfery

	Bez kolektorów słonecznych	Z kolektorami słonecznymi
Dwutlenek węgla CO ₂ (kg/rok)	3019	1208
Tlenek węgla CO (g/rok)	39067	15627
Tlenki azotu NO _x (g/rok)	14206	5682
Dwutlenek siarki SO ₂ (g/rok)	śladowe	śladowe

Zalety i wady instalacji kolektorów słonecznych

Wszystkie stosowane obecnie metody pozyskiwania ciepłej wody użytkowej mają swoje wady i zalety. Do zalet instalacji solarnej zastosowanej do uzyskania c.w.u. zalicza się:

- najmniejszy ujemny wpływ na środowisko spośród źródeł niekonwencjonalnych
- brak emisji szkodliwych substancji
- nieograniczone zasoby słoneczne (źródło odnawialne)
- możliwe wykorzystanie w każdym miejscu na ziemi (słońce oświetla całą planetę)
- oszczędność kosztów ogrzewania
- praca także w ujemnych temperaturach
- nowoczesna, rozwijająca się technologia
- stosunkowo szybki zwrot kosztów inwestycji
- programy dofinansowujące z Unii Europejskiej

Natomiast do wad i pewnych zagrożeń takiego sposobu zapewnienia c.w.u.:

- cykliczność i nierównomierność promieniowania słonecznego
- wydajność uzależniona od wielu czynników (pogoda, zapylenie, usytuowanie na działce itp.)
- niska wydajność w okresie największego zapotrzebowania
- specyficzny wygląd kolektorów mogący psuć architektoniczną formę budynku (np. starego dworku)
- ciężar kolektorów obciąża konstrukcję dachu
- stosunkowo wysoki koszt inwestycji (Jastrzębska, 2007)

Podsumowanie

W artykule starano się zaprezentować możliwości przygotowania ciepłej wody użytkowej w budynkach jednorodzinnych za pomocą instalacji solarnych w warunkach polskiej strefy klimatycznej. Przeprowadzona przykładowa analiza doboru kolektorów słonecznych dla budynku jednorodzinnego wykazała, iż szacowane pokrycie potrzeb c.w.u. dla całego roku wynosi niewiele ponad 60% i wydaje się w Polskich warunkach klimatyczno-geograficznych niewystarczające, zwłaszcza w okresie zimowym. Jednakże, ze względu na swoje zalety instalacje solarne mogą w pełni spełniać funkcje układów uzupełniających innych systemów grzewczych (Jastrzębska, 2007). Pewnym jest, iż moment w którym technologia układów solarnych będzie umożliwiała pozyskiwanie, kumulowanie i przechowywanie energii słoneczną kolektory słoneczne staną się wiodącym systemem zapewnienia ciepłej wody użytkowej.

Bibliografia:

1. Jastrzębska G., *Odnawialne źródła energii i pojazdy proekologiczne*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne 2007
2. Kalkulator doboru kolektorów <http://salon.viessmann.com.pl/kalkulatory/kolektor/>
3. Kordek B., *Usytuowanie i sposób montażu kolektorów, Kąt na dachu.*, w: *Magazyn Instalatora*, nr 11 (159), listopad 2011
4. Nalewaj K. *Energia słoneczna w: Energie odnawialne. Przegląd technologii i zastosowań.* (red) Starczewska H.D. Politechnika Lubelska, Lublin 2012
5. Nowicka D., Zasada działania instalacji solarnej, www.poradnik.sunage.pl
6. Smolec W., *Fototermiczna konwersja energii słonecznej*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2000
7. Viessmann – poradnik projektanta 2006
8. Wnuk R. *Instalacje w domu pasywnym i energooszczędnym, przewodnik budowlany*
9. Zawadzki M. *Kolektory słoneczne i pompy ciepła na tak*, Polska Ekologia 2003
10. Zimny J., Brzegowy R., Bielik S. *Kolektory słoneczne. Podstawy teoretyczne, budowa, badania.*, 2013

Liczba znaków ze spacjami: 23 070