

Badania terenowe małej instalacji kolektorów słonecznych



1 Badany obiekt ze stacją meteorologiczną

Wprowadzenie do badań terenowych

Nie była dotychczas przygotowana ogólnie dostępna metodyka umożliwiająca szybkie sprawdzenie/weryfikację, czy wybudowane przed laty instalacje pracują zgodnie z założeniami projektowymi i eksploatacyjnymi. Prowadzone prace w zakresie „Badań terenowych małych instalacji kolektorów słonecznych” przyczyniły się do przygotowania i zaproponowania metodologii sprawdzenia poprawności funkcjonowania instalacji KS. Prace w ramach badań realizowane były czteroeta-

Studium przypadku

KRYSTIAN KUROWSKI*

Wzrost liczby montowanych instalacji kolektorów słonecznych - KS (m.in. za sprawą dofinansowania) przyczynił się znacznie do zwiększenia ilości i zakresu problemów związanych z funkcjonowaniem instalacji (m.in. poprzez montaż przez mniej doświadczoną ekipę, podejście szablonowe). Jednocześnie instalacje (w realiach krajowych) po okresie gwarancji pozbawione są często serwisowania, co potęguje naturalną degradację układów. Spowodowało to, że wiele instalacji pracuje „na pół gwizdka”, dostarczając energii zdecydowanie mniej niż wynikałoby to z założeń doborowych.

powo. Poszukiwanie/opracowywanie metod badawczych, które mogłyby być wykorzystane do terenowych badań KS; wybór/dostosowanie najbardziej perspektywicznych do przeprowadzenia kompleksowej, a jednocześnie zwięzłej oceny instalacji; przeprowadzenie badań pilotażowych; dopracowanie metodologii na podstawie zebranych doświadczeń. Na podstawie prowadzonych analiz, badań zaproponowano działania dwukierunkowe:

- sprawdzenie instalacji pod względem poprawności doboru, montażu oraz eksploatacji;
 - pomiary potwierdzające parametry efektywnościowe (deklarowane podczas montażu).
- Przed przystąpieniem do badań instalacji należało dokonać charakterystyki instalacji, korzystając z przygotowanej ankiety. Obejmuje ona określenie:
- lokalizacji;
 - kierunku ustawienia przetwornika (np. kompasem);

- kąta nachylenia (np. kątomierzem lub specjalistycznym urządzeniem elektronicznym);
- zacieniania – obserwacja słońca szczególnie od kierunku potencjalnego elementu zacieniającego. Pamiętać należy, że długość cienia rośnie wraz z obniżeniem kąta padania promieniowania słonecznego. Następnie opisuje się instalację, korzystając z dokumentacji, tabliczek znamionowych itd.

Określenie prawidłowości montażu, stanu instalacji wymaga wiedzy eksperckiej. Podczas oglądu należy sprawdzić poprawność zamontowania czujników i stan połączeń. Wywiad prowadzony z użytkownikiem powinien dostarczyć również informacji dotyczących eksploatacji, ewentualnych problemów, napraw.

W ramach prowadzonych badań/pomiarów sprawdzono funkcjonowanie instalacji pod względem technicznym. Wykorzystano w tym celu badania termograficzne, badania (obliczenia ilości dostępnej) pozyskanej

energii, w tym badania przepływu czynnika roboczego. Prowadzone pomiary uzupełnione zostały stosowaną obróbką danych, wykorzystując narzędzia w postaci: programu do obróbki termogramów, symulacyjno-obliczeniowego instalacji KS.

Badania termowizyjne pozwalają na znalezienie miejsc zwiększonej ucieczki ciepła zarówno na przetworniku słonecznym, instalacji, łączeniach hydraulicznych, zasobnikach, wymiennikach oraz na pompie, elementach elektrycznych. Są one przyczyną nieprawidłowości w izolacji układu, łączeniu. Nieprawidłowe rozkłady temperatury (zbyt wysokie na powierzchni izolowanych układów) dostarczają informacji o niekontrolowanej ucieczce ciepła, a w przypadku urządzeń elektrycznych – o tzw. przegrzewach.

Celem określenia efektywności instalacji słonecznej należy zmierzyć ilość energii, jaka dociera do przetwornika. Niezbędny jest do tego czujnik, który zmierzy moc promieniowania słonecznego (tę informację uzyska się już z najprostszych solarymetrów). Czujnik umieszcza się w płaszczyźnie przetwornika – ilość energii uzyskuje się, mnożąc odczytywaną moc przez czas. Ilość energii pozyskanej można określić, znając czas nagrzewania się zasobnika (przy braku rozbioru) i określeniu różnicy temperatury (na końcu i na początku ogrzewania). Ilość energii uzyskanej do dostarczonej do przetwornika to sprawności analizowanego układu.

Badania przepływu w układzie można wykonać, stosując „nakładane” przepływomierze ultradźwiękowe.

Analiza przypadku

Poniżej przedstawiono przykładowe badanie instalacji kolektora słonecznego (fot. 1). W pierwszej kolejności została opracowana ankieta.

* dr inż. Krystian Kurowski, Zakład Technologii Energetycznych, Wydział Biologii i Nauk o Środowisku / UKSW

Charakterystyka instalacji

Miejscowość: Biała Podlaska; województwo: lubelskie.

Instalacja 5-letnia.

Kolektory płaskie.

Kierunek wystawy KS; SW; kąt nachylenia: 50°; zacienienie: od strony wschodniej drzewo owocowe.

Zbiornik c.w.u.: pionowy.

Pojemność zbiornika: 100 l.

Sposób dogrzewania c.w.u.: kocioł na paliwo stałe, załączanie: wyjątkowo załączane ręcznie.

Ilość zużywanej c.w.u.: 40 l.

Izolacja cieplna: wewnątrz: polietylen: 0,6 cm; zewnątrz: kauczuk: 3 cm.

Płyn słoneczny: roztwór 50% glikolu propylenowego; stan: zdatny.

Sterownik, ustawienia: załączanie 8 K, wyłączenie 4 K, sterowanie pompą PWM.

Poprawność montażu

Mocowanie KS: stabilna, stalowy „wieszak” z mikroogniskami korozji.

Układ hydrauliczny: mocno rozbudowany, bardziej niż wynika z pełnionej funkcji, słaba izolacja, wiele miejsc niez izolowanych.

Czujniki: czujnik w zbiorniku, poza nim – brak możliwości samoistnego wyłączenia instalacji.

Stan

KS: dobry, brak przebarwień, wilgoci, widać jednak upływ czasu (w termowizji).

Instalacji: szczelna, wielokrotnie przerabiana celem eliminacji błędów popełnionych podczas montażu. Uwagi eksploatacyjne użytkownika: konieczność ręcznego wyłączenia instalacji – po zejściu słońca nadal pracuje, wychładzając zbiornik.

Jednym z zadań prowadzonej analizy było wyciągnięcie wniosków dotyczących stanu instalacji. Analiza instalacji doprowadziła do następujących wniosków:

- Badana instalacja dobrana była prawidłowo pod względem wielkości (powierzchnia kolektora 2 m²

do pojemności zasobnika 100 l i liczby osób 1-2 oraz z punktu widzenia zabezpieczenia przed przegrzewem w przypadku braku odbioru ciepła.

- Skierowanie kolektora w najbardziej optymalnym kierunku geograficznym w stosunku do geometrii budynku i występującego zacienienia. Kąt nachylenia 50° jest optymalny dla całorocznego wykorzystania.

- Brak dogrzewu zasobnika w okresie lata zwiększa sprawność wykorzystania KS, ale jednocześnie naraża na okresy „chłodnej wody”.

- Izolacja cieplna instalacji w budynku jest niewystarczająca – szczególnie na rurze cieplej, zasilającej. Łączenia elementów instalacji nieprawidłowo ocieplone.

- Roztwór glikolu zdatny do dalszego użytkowania. Brak przebarwień i wytrąceń.

- Stan instalacji po 5 latach użytkowania wystarczająco dobry, jednak błędy popełnione na początku skutecznie ograniczają efektywność wykorzystania ciepła.

- Konieczność wyregulowania i poprawy nastaw w sterowniku.

Badania terenowe

Drugi etap badań prowadzony był z wykorzystaniem:

- kamer termowizyjnych (Flir E6 i C2);

- urządzenia wielofunkcyjnego Benning Sun2;

- stacji meteo Delta T;

- przepływomierza z pomiarem temperatury Enko UPT 11.

W typowych badaniach terenowych nie ma konieczności wykorzystania profesjonalnej stacji meteorologicznej. W zupełności wystarczy posłużyć się półprofesjonalnym solarymetrem celem zliczenia dostępnej energii słonecznej. Funkcją taką może spełnić np. urządzenie wielofunkcyjne Benning Sun2, które oprócz pomiaru ilości energii słonecznej określa temperaturę przestony zewnętrznej przetwornika, temperaturę otoczenia, a także pozwala na precyzyjne określenie kierunku geograficznego i kąta nachylenia.

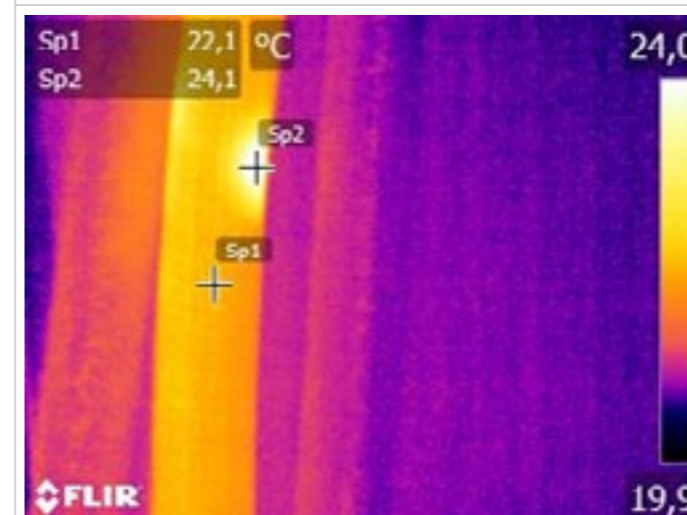
Obok znajdują się przykładowe, wykonane termogramy. Pozwoliły one spojrzeć na instalację pod kątem niepożądanych strat ciepła. Pojawiają się one



Na termogramie widać anomalię związaną z przegrzewem części kolektora w miejscu odprowadzenia ciepła.



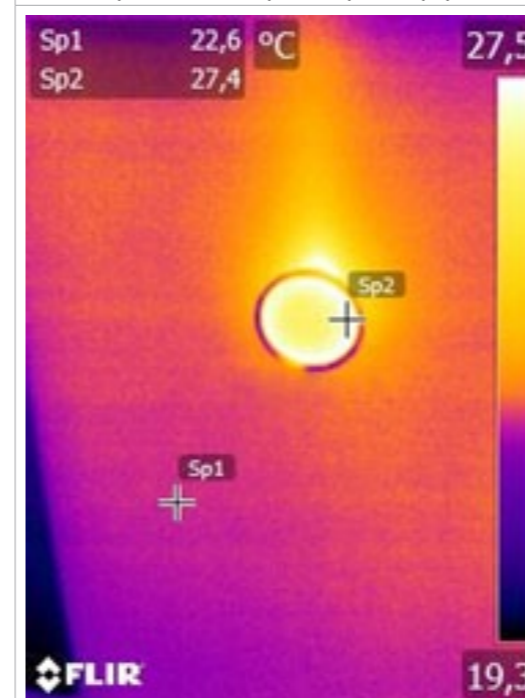
W miejscu doprowadzenia czynnika roboczego widać duże braki w izolacji cieplnej.



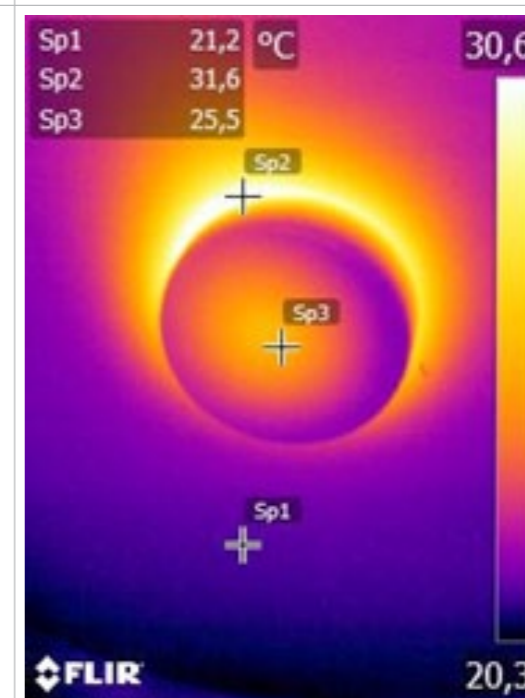
Całkowicie niewidoczne uszkodzenie izolacji cieplnej od wewnątrz – w termowizji doskonale widoczne. Prawdopodobne stopienie pod wpływem temperatury.



„Oszczędne układanie izolacji” Sp2 i brak izolacji na armaturze.



Straty ciepła na termometrze tarczowym zasobnika.



Straty ciepła na izolowanej zaślepce przyłącza.

czasem w najmniej prawdopodobnych miejscach. Podczas sprawdzania stanu izolacji warto „zaglądać w miejsca niedostępne” – bardzo często występują braki w izolacji – zdjęcie pokazujące brak izolacji kolana (fot. 2).

Określenie ilości dostępnej energii słonecznej

Ilość dostępnej energii słonecznej była określona z wykorzystaniem miernika wielofunkcyjnego oraz profesjonalnej stacji meteorologicznej (pomiar w celach kontrolnych).

Ilość „padającej energii słonecznej” określono na podstawie poprawnie rejestrowanych parametrów mocy promieniowania słonecznego w ujęciu czasowym. Odczyty wykonywane były co 1 minutę. Zsumowano ilość energii dla każdego okresu 30 minut. Całkowita ilość energii jaką dostarczyło promieniowanie słoneczne na 1 m² przetwornika wyniosła ponad 2,4 kWh w ciągu 3 godzin pracy. Uwzględniając 2 m² przetwornika, ilość padającej energii to 4,8 kWh.

Określenie ilości pozyskanej energii

Zbiorcza tabela uzysku energetycznego na podstawie danych z miernika wielofunkcyjnego, mierników

na instalacji oraz opracowania własnego (po prawej). Odczyty z dostępnych czujników były dokonywane co 30 min. Podczas badań mierzono parametry:

- temperaturę w zasobniku bimetalicznym termometrem tarczowym – pomiar na środku zbiornika;
- temperaturę na kolektorze i w zasobniku – termopoprowymi czujnikami temperatury (NTC). Temperatura na kolektorze mierzona na wyjściu z kolektora (w najcieplejszym miejscu instalacji), temperatura na zasobniku zaś mierzona na 1/3 wysokości zbiornika od dołu w pobliżu węzownicy słonecznej. W układzie pompowym zastosowano dwa czujniki tarczowe bimetaliczne – jeden na zasileniu, drugi na powrocie. Do obliczeń energetycznych wykorzystano czujniki w zasobniku. Ze względu na rozbieżność temperatury (spowodowana odmiennym sposobem mierzenia i miejscem umieszczenia) dla określenia temperatury końcowej nagrzania zasobnika przyjęto wartość średnią;
- na sterowniku kolektora słonecznego odczytywany jest również stopień wystawienia pompy obiegowej. W ostatniej kolumnie przedstawiona ilość energii promieniowania słonecznego po zsumowaniu ilości energii dla każdego okresu 30 minut.

Data	Godzina	Zasobnik	Sterownik	temp. zasobn. [°C]	Układ pompowy	Powrót [°C]	Pompa	Miernik prom.
		termometr tarczowy [°C]	temp. KS [°C]		Zasilenie [°C]		Wydatek [%]	Promieniow. [Wh]
9.08	10.30	22	30,5	26,4	24	24	31	
	11.00	22	32,2	26,7	32	32	39	
	11.30	22,5	34,2	26,9	34	34	54	
	12.00	23	42,7	28,1	40	36	89	
	12.30	29	47,4	21,4	45	40	100	
	13.00	32	50,9	34,7	48	44	100	428
	13.30	34	53,8	38,9	52	46	100	439
	14.00	36	54	41,3	50	49	100	328
	14.35	40	56,9	44,7	55	52	100	506
	15.00	41	55,2	45,9	54	52	100	451
	15.35	41	47,4	45,7	48	50	100	285
	16.00	40	47	45,8	46	52	100	132
	16.30	40	45	45,7	46	49	93	
	17.00	40	44,1	45,6	44	48	89	
	17.30	40	43,6	45,6	44	46	86	
	18.10	40	42,1	45,4	42	44	80	

Aby określić efektywność pracy instalacji słonecznej, należy wykorzystać przyrost temperatury na zasobniku. Dla godziny 16, kiedy określono wydajność układu temperatura średnia wyniosła 43,5°C. Zakładając przyrost temperatury w zasobniku w ciągu 3 godzin pracy układu (od godziny 13.00 do 16.00) na 10 K, ilość użytecznej energii wyniesie: 1,17 kWh. Określając sprawność układu otrzymujemy: wartość na poziomie zaledwie 24%.

Sprawność na tak niskim poziomie może budzić zdziwienie, jednak należy mieć m.in. na uwadze:

- zmniejszającą się z czasem eksploatacji efektywność zamiany promieniowania słonecznego na ciepło;
- ograniczoną izolację instalacji i błędy popełnione podczas jej zakładania;
- nieizolowane elementy armatury;

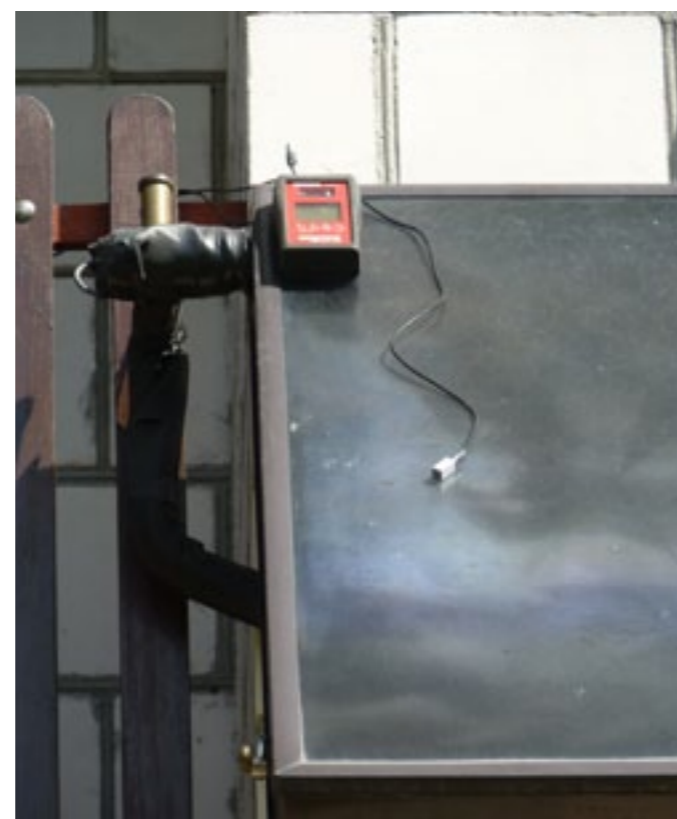
- nieprawidłowo zainstalowane czujniki i odczytywane z nich wartości, szczególnie temperatury;
- cyrkulacja wody użytkowej wychładzająca zbiornik;
- niedoskonałą izolacyjność zasobnika ciepła – podstawowy zasobnik klasy C.

Resumując...

Zaprezentowana instalacja jest przykładem typowych układów montowanych „na fali dofinansowania”. Posiadała ona na początku liczne uchybienia, które częściowo były usuwane podczas prowadzonych akcji serwisowych. Nie doprowadziły jednak one do powstania „układu reprezentacyjnego”, a jedynie pozwoliło na w miarę poprawne funkcjonowanie. Inne badane przez mnie obiekty miały lepiej wykonane instalacje słoneczne, a więc i dużo wyższą sprawność, ale i one nie były idealne. Warto może zastanowić się nad przeprowadzeniem badań na szerszą skalę celem określenia rzeczywistych efektów wykorzystania instalacji słonecznych (energetyczno-ekonomiczno-ekologicznych). ■



2 Brak izolacji „na niedostępnym kolanie”



3 Wykorzystanie urządzenia wielofunkcyjnego