

**Jacek NAWROT**  
Politechnika Częstochowska

## **ANALIZA EFEKTYWNOŚCI MODERNIZACJI TRADYCYJNEJ INSTALACJI C.W.U. W BUDYNKU JEDNORODZINNYM**

W niniejszej pracy przeanalizowano opłacalność modernizacji tradycyjnej instalacji c.w.u. w istniejącym budynku jednorodzinnym poprzez zastosowanie kolektorów słonecznych. Przedstawiono analizę kosztów instalacji z kolektorem słonecznym oraz określono opłacalność modernizacji istniejącej instalacji c.w.u. poprzez wyznaczenie prostego okresu zwrotu nakładów.

**Słowa kluczowe:** instalacja c.w.u., kolektory słoneczne, modernizacja instalacji

### **WPROWADZENIE**

W związku z obowiązkiem zwiększenia udziału energii odnawialnej w bilansie energetycznym kraju (do 2020 r. 15% energii produkowanej w Polsce ma pochodzić ze źródeł odnawialnych) podejmowane są liczne działania, mające na celu spełnienie tego wymogu przez Polskę. Jednym z nich jest opracowanie ustawy o odnawialnych źródłach energii. Zgodnie z zapisami, które znalazły się w tym projekcie, począwszy od 1 stycznia 2015 r. każdy remontowany lub nowo budowany budynek będzie musiał posiadać instalację energii odnawialnej, pozwalającą na pokrycie przynajmniej w 13% całkowitego zapotrzebowania na energię. Bez względu na to, jaki będzie ostateczny kształt wspomnianej ustawy, można z dużą dozą prawdopodobieństwa założyć, iż instalacje pozyskujące „zieloną energię” będą coraz powszechniej stosowane, w tym również w budownictwie jednorodzinnym. W niniejszej pracy przeanalizowano opłacalność modernizacji tradycyjnej instalacji ogrzewania c.w.u. poprzez zastosowanie kolektorów słonecznych w istniejącym budynku jednorodzinnym.

### **1. ISTNIEJĄCA INSTALACJA OGRZEWANIA C.W.U.**

Istniejąca instalacja c.o. i c.w.u. składa się z kotła na ekogroszek o mocy 25 kW, zasobnika o pojemności 200 l oraz pomp, rur, grzejników i zaworów (rys. 1).

W okresie letnim funkcjonuje tylko instalacja c.w.u (kocioł, zasobnik oraz pompa obiegowa). Miesięczne zużycie paliwa (przy czteroosobowej rodzinie) wynosi średnio 150 kg na miesiąc. W ramach modernizacji rozważany jest montaż kolektorów słonecznych, które zapewniłyby c.w.u. w okresie poza sezonem grzewczym.



Rys. 1. Istniejąca instalacja c.o. i c.w.u.

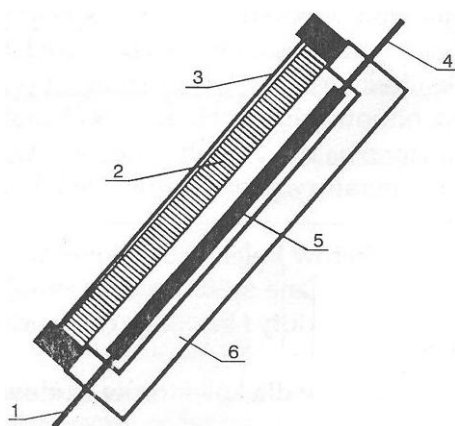
## 2. INSTALACJA Z KOLEKTOREM SŁONECZNYM

Kolektory słoneczne służą do zamiany energii słonecznej w energię ciepłą. Podstawowym elementem kolektora jest absorber wykonany najczęściej w postaci metalowej płyty pokrytej powłoką charakteryzującą się dużą selektywnością (wysoki współczynnik absorpcji  $\alpha$  i mały współczynnik emisji  $\epsilon$ ). Przykładowe materiały stosowane na powłoki absorberów podano w tabeli 1. Rolą absorbera jest zamiana jak największej części energii słonecznej na energię ciepłą (reszta energii zostaje odbita lub przepuszczona). Z uwagi na budowę absorbera rozróżniamy kolektory rurkowe (do płyty absorbera przymocowana jest węzownica, przez którą przepływa czynnik roboczy) oraz kolektory płytowe (składające się z dwóch połączonych ze sobą płyt z systemem kanałów między nimi, przez które przepływa czynnik roboczy).

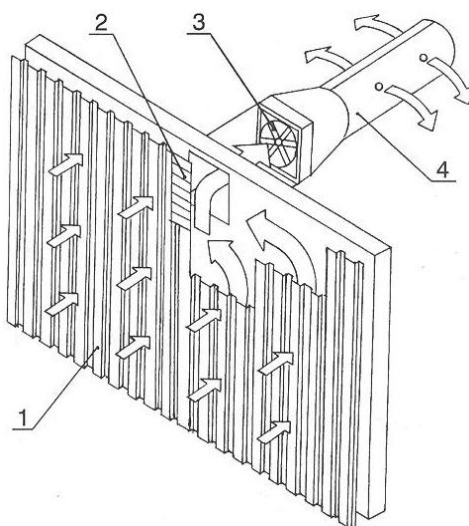
W celu podniesienia sprawności kolektora umieszcza się nad powierzchnią absor-

bera przezroczyste przesłony (najczęściej w postaci płyt szklanych), umożliwiające wykorzystanie tzw. „efektu szklarniowego”, w wyniku którego promieniowanie słoneczne przenika przez szkło, natomiast długofalowe promieniowanie absorbera jest zatrzymywane we wnętrzu kolektora. Aby ograniczyć oddawanie energii ciepłej do otaczającego absorber powietrza (konwekcję), między absorberem a przesłoną

umieszcza się izolację transparentną przeciwdziałającą temu zjawisku. Wykonana jest ona z materiałów charakteryzujących się małą przewodnością cieplną, dużą przepuszczalnością promieni słonecznych i niewielką gęstością (np. aerożel). W celu ograniczenia strat ciepła między absorberem a powierzchnią, nad którą jest umieszczony kolektor (najczęściej jest to połać dachu), stosuje się izolację termiczną. Jeśli czynnikiem roboczym jest ciecz (np. woda, wodny roztwór glikolu), mamy do czynienia z kolektorem wodnym, natomiast jeśli czynnikiem roboczym jest powietrze, mówimy o kolektorach powietrznych. Schemat kolektora wodnego pokazano na rysunku 2, natomiast schemat kolektora powietrznego na rysunku 3.



Rys. 2. Kolektor wodny z izolacją transparentną wg [1]: 1 - wlot czynnika, 2 - izolacja transparentna, 3 - pokrycie, 4 - wylot czynnika, 5 - absorber, 6 - izolacja



Rys. 3. Kolektor powietrzny Solarwall wg [2]: 1 - blacha perforowana, 2 - żaluzja powietrzna, 3 - wentylator, 4 - przewód rozpraszający powietrze

Tabela 1. **Przykładowe materiały stosowane na powłoki absorberów w kolektorach słonecznych wg [1]**

Materiał	Wsp. pochłaniania $\alpha$	Wsp. emisji $\varepsilon$	Selektywność $\alpha/\varepsilon$
Czerń chromowana	0,98	0,14	7,0
Farby czarne	0,98	0,89	1,1
Nikiel czarny	0,92	0,11	0,84
Tinox	0,95	0,05	19
Sunselect	0,96	0,03	32

### 3. ANALIZA KOSZTÓW INSTALACJI Z KOLEKTOREM SŁONECZNYM

W celu przeprowadzenia analizy założono, że instalacja będzie służyła do podgrzewania c.w.u. i zastąpi istniejącą instalację zasilaną kotłem na ekogroszek. Właściwie dobrana instalacja powinna zapewniać ilość energii cieplnej potrzebnej na pokrycie 60÷70% całkowitego zapotrzebowania użytkownika na podgrzanie c.w.u. (przyjmuje się, że warunek ten jest spełniony, jeżeli 1÷1,5 m<sup>2</sup> powierzchni kolektora przypada na 1 mieszkańca).

Założono instalację firmy Solar-tech, zestaw LUX 5-6 składający się z:

- dwóch kolektorów słonecznych o łącznej powierzchni  $P_k = 5,28 \text{ m}^2$ ,
- zbiornika na c.w.u. o pojemności 300 l,
- pozostałych urządzeń niezbędnych do pracy instalacji.

Koszt zakupu wraz z montażem wynosi ok. 9700 zł brutto (z uwzględnieniem dofinansowania z NFOŚiGW) [2]. Koszt jednostkowy energii zgodnie z [1] można obliczyć z poniższego wzoru:

$$K_i = \frac{I_o \cdot a + Q_p \cdot k_p + k_o}{Q}$$

gdzie:

$I_o$  - nakłady finansowe na budowę instalacji [zł],

$Q_p$  - zużycie energii z zewnątrz w ciągu roku eksploatacji [kWh],

$k_p$  - koszt jednostkowy energii z zewnątrz,

$k_o$  - koszt obsługi,

$a$  - rata rozszerzonej reprodukcji składająca się z: amortyzacji, oprocentowania kredytu i kosztów remontów,

$Q$  - roczna podaż energii z kolektora słonecznego.

Pozostałe założenia przyjęte do obliczeń:

- okres pracy 6 miesięcy w okresie wiosenno-letnio-jesiennym (kwiecień-wrzesień),

- średnia wartość energii słonecznej padającej na powierzchnię poziomą w założonym okresie pracy  $H = 720 \text{ kWh/m}^2 \text{ wg [2]}$ ,
- średnioroczna sprawność kolektora  $\eta = 50\%$ ,
- roczna podaż energii  $Q = H \cdot \eta \cdot P_k = 1\,848 \text{ kWh/rok}$ ,
- czas pracy w ciągu roku  $t = 1000 \text{ h}$ ,
- moc urządzeń elektrycznych obsługujących instalację  $M = 100 \text{ W}$ ,
- zużycie energii z zewnątrz w ciągu roku eksploatacji  $Q_p = M \cdot t = 100 \text{ kWh}$ ,
- cena zakupu energii elektrycznej do pracy urządzeń j.w. -  $0,57 \text{ zł/kWh}$ ,
- koszt obsługi  $0 \text{ zł}$  (założono obsługę przez użytkownika),
- trwałość instalacji -  $20 \text{ lat}$ ,
- rata rozszerzonej reprodukcji  $a = 2\%$  (założono tylko koszty remontów),
- stopa oprocentowania kredytu  $0\%$  (założono zakup instalacji z środków własnych).

Podstawiając powyższe wartości do wzoru, otrzymamy koszt wyprodukowania  $1 \text{ kWh}$  energii cieplnej za pomocą kolektora słonecznego  $K_j = 0,13 \text{ zł/kWh}$ .

Roczny koszt instalacji solarnej (w pewnym uproszczeniu) można oszacować w następujący sposób:

$$\frac{(9700,00 + 100 \cdot 0,57 \cdot 20 + 9700 \cdot 0,01 \cdot 20)}{20} = 639,00 \text{ zł/sezon}$$

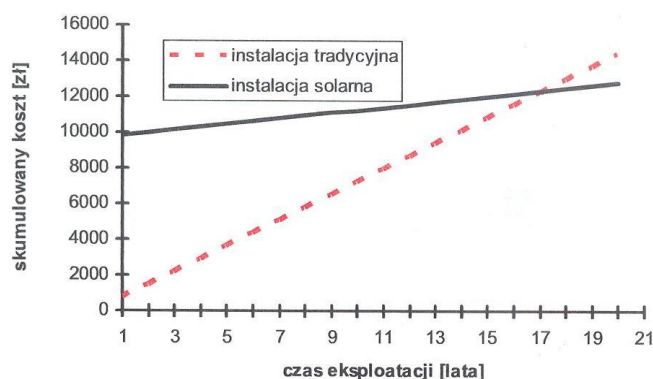
#### 4. OKREŚLENIE FINANSOWEJ EFEKTYWNOŚCI MODERNIZACJI

Aby określić opłacalność modernizacji istniejącej instalacji c.w.u., wyznaczono okres zwrotu nakładów poniesionych na modernizację, przyjmując następujące założenia:

- średnie zużycie ekogroszku potrzebnego do podgrzania c.w.u. wynosi  $150 \text{ kg/miesiąc}$ ,
- średnioroczny okres eksploatacji istniejącej instalacji c.w.u. przyjęty do porównania wynosi  $6 \text{ miesięcy/rok}$ ,
- cena ekogroszku równa się  $800 \text{ zł/tonę}$ .

Roczny koszt funkcjonowania istniejącej instalacji wyniesie:  $6 \cdot 0,15 \cdot 800 = 720 \text{ zł}$ .

Koszty zastąpienia istniejącej instalacji c.w.u. przez instalację solarną zwrócą się po około  $17 \text{ latach}$  (rys. 4), co sytuuje opisaną modernizację na granicy opłacalności. Oczywiście, należy pamiętać o tym, iż każdy wzrost cen tradycyjnych surowców energetycznych (w tym ekogroszku) będzie powodował zwiększenie atrakcyjności takiej inwestycji i jednocześnie skracał okres jej zwrotu.



Rys. 4. Porównanie kosztów użytkowania instalacji solarnej oraz istniejącej tradycyjnej c.w.u.

## PODSUMOWANIE

Modernizacja rozważanej istniejącej instalacji c.w.u. poprzez zastosowanie kolektorów słonecznych pod względem ekonomicznym jest na granicy opłacalności. Około 17-letni okres zwrotu może zniechęcać potencjalnego inwestora do realizacji takiej inwestycji. Oczywiście w przypadku dużych wzrostów cen paliw tradycyjnych (w tym ekogroszku) opłacalność takiej inwestycji będzie rosła, a okres zwrotu kosztów poniesionych na jej wykonanie będzie krótszy. A zatem aspekt ekonomiczny może nie być wystarczającą zachętą do przeprowadzenia modernizacji.

Drugim czynnikiem, który należy wziąć pod uwagę, jest aspekt prawny. Jeśli przepisy, o których wspomniano na wstępie, wejdą w życie, inwestorzy nie będą mieli wyboru i każda nowa inwestycja mieszkaniowa (nowa budowa lub remont) będzie musiała posiadać instalację wykorzystującą „zieloną energię” pod rygorem niezyskania pozwolenia na budowę lub remont. Ten czynnik może najsilniej oddziaływać na wzrost inwestycji związanych z energią odnawialną.

Ostatnią kwestią, którą należy wziąć pod uwagę, jest ekologiczność takiej instalacji. Jednak biorąc pod uwagę stosunkowo niską świadomość ekologiczną społeczeństwa, czynnik ten, niestety, należy uznać za najmniej oddziałujący na przyszłe decyzje potencjalnych inwestorów.

## LITERATURA

- [1] Wiśniewski G., Gołębiowski S., Gryciuk M., Kurowski K., Kolektory słoneczne, Centralny Ośrodek Informacji Budownictwa PP, Warszawa 2006.
- [2] <http://www.solar-tech.pl/index.php/systemy-solarne>
- [3] Zrób to sam - vademecum, NOT - SIGMA, Warszawa 1988.

---

## **ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF THE MODERNIZATION OF THE TRADITIONAL HOT WATER INSTALLATION IN SINGLE-FAMILY BUILDING**

**The study presents an analysis of cost reduction by replacing existing hot water coal boiler installation by solar collectors. It discusses both types of installation, operating costs for each, and theoretical payback period after such modernization was been calculated.**

**Keywords: hot water coal boiler installation, solar collectors, theoretical payback period, modernization of hot water installation**