

# EFEKTY EKOLOGICZNE ZASTOSOWANIA KOLEKTORÓW SŁONECZNYCH W DOMU JEDNORODZINNYM

K. Gaj<sup>1</sup>, A. Pakuluk<sup>1</sup>

1. Instytut Inżynierii Ochrony Środowiska, Politechnika Wroclawska, Polska

## STRESZCZENIE

Przedstawiono zagrożenia środowiskowe powodowane energetycznym wykorzystywaniem paliw konwencjonalnych, określono emisję zanieczyszczeń powietrza w wyniku ich spalania do celów podgrzewu wody użytkowej w domu jednorodzinnym oraz obliczono wielkość jej redukcji po zastosowaniu kolektorów słonecznych. Oszacowano potencjalne korzyści ekologiczne zastosowania kolektorów słonecznych w domach jednorodzinnych na terenie Polski.

## WSTĘP

Polska leży w strefie klimatu umiarkowanego, w której występuje ok. 1600 godzin słonecznych w roku. W okresie kwiecień-wrzesień istnieje możliwość wykorzystania 80% energii słonecznej docierającej do powierzchni Ziemi. Polskie warunki klimatyczne uzasadniają wykorzystanie tej energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej (c.w.u.) i technologicznej. Instalacje słoneczne stanowią istotne uzupełnienie tradycyjnych systemów grzewczych (Jastrzębska, 2007).

Przedstawione w artykule zagrożenia środowiskowe, jak również perspektywa wyczerpania się paliw kopalnych, spowodowały, że popularyzacja i wdrażanie odnawialnych źródeł energii stały się istotnym elementem polityki energetycznej Unii Europejskiej. Zwłaszcza w Polsce, z uwagi na bardzo niekorzystną – z punktu widzenia ochrony atmosfery i klimatu – strukturę zużycia pierwotnych nośników energii, wykorzystanie odnawialnych jej źródeł powinno być jednym z priorytetów polityki państwa.

Celem pracy była ocena korzyści ekologicznych wynikających z zastosowania kolektorów słonecznych w budownictwie jednorodzinnym do przygotowania ciepłej wody użytkowej. Efekty ekologiczne, tj. zmniejszenie emisji gazowych i pyłowych zanieczyszczeń powietrza, oceniono na podstawie obliczeń ograniczenia zużycia konwencjonalnych nośników energii, w wyniku zastosowania systemu słonecznego.

## ZAGROŻENIA ŚRODOWISKOWE ZWIĄZANE Z ENERGETYKĄ KONWENCJONALNĄ

Zagrożenia środowiska ze strony energetyki konwencjonalnej istnieją na każdym etapie pozyskiwania energii, zarówno w skali globalnej, jak i lokalnej. Wydobyciu paliw towarzyszą szkody górnicze, degradacja i zapylenie terenów górniczych

oraz powstawanie odpadów. Z transportem paliw wiąże się pylenie i emisja spalin oraz ryzyko katastrof skutkujących skażeniem środowiska. Spalanie paliw wiąże się z emisją toksycznych i stwarzających zagrożenia dla klimatu substancji oraz ciepła odpadowego. Udział szkodliwych składników w spalinach jest różny w zależności od rodzaju paliwa i warunków prowadzenia procesu spalania. Należą do nich m.in.: ditlenek węgla którego nadmiar potęguje efekt cieplarniany, toksyczne tlenki siarki i azotu powodujące zakwaszenie gleby, degradację lasów oraz niszczenie konstrukcji stalowych i betonowych, groźny dla środowiska ze względu na duży potencjał cieplarniany i niszczenie warstwy ozonowej podtlenek azotu (generowany zwłaszcza w kotłach fluidalnych oraz w wyniku spalania biomasy), silnie toksyczne polichlorowane dioksyny i furany, metale ciężkie (w tym ołów, kadm, rtęć) oraz kancerogenne wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne i związki chlorowcoorganiczne.

## METODYKA ANALIZY EKOLOGICZNEJ

Analizę efektów ekologicznych przeprowadzono na podstawie wyników obliczeń ilości energii uzyskanej z kolektorów słonecznych zainstalowanych w domu jednorodzinnym zamieszkałym przez cztery osoby. Charakterystykę domu, wyniki obliczeń zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową oraz parametry dobranych kolektorów przedstawiono w poprzednim artykule (Gaj, Pakuluk, 2010). Podstawą obliczeń ilości zaoszczędzonego paliwa oraz związanej z tym wielkości redukcji emisji produktów spalania było wyznaczone zapotrzebowanie na energię do podgrzewu wody użytkowej. Wielkość ograniczenia emisji zależy od rodzaju zaoszczędzonego paliwa i parametrów konwencjonalnego urządzenia grzewczego (tab. 1).

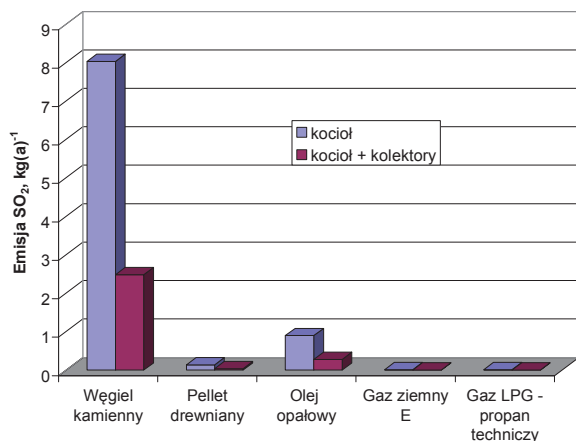
Do obliczeń emisji zanieczyszczeń powietrza zastosowano metodykę wskaźnikową (Dębski i in., 2003), wykorzystując wyniki własnych obliczeń zapotrzebowania na energię ( $2965 \text{ kWh} \cdot (\text{a})^{-1}$ ) oraz roczny uzysk energetyczny z dwóch dobranych dla analizowanego domu kolektorów płaskich o łącznej powierzchni  $4,64 \text{ m}^2$  ( $2047 \text{ kWh} \cdot (\text{a})^{-1}$ ) (Gaj, Pakuluk, 2010).

Tab. 1. Kotły i paliwa uwzględnione w analizie

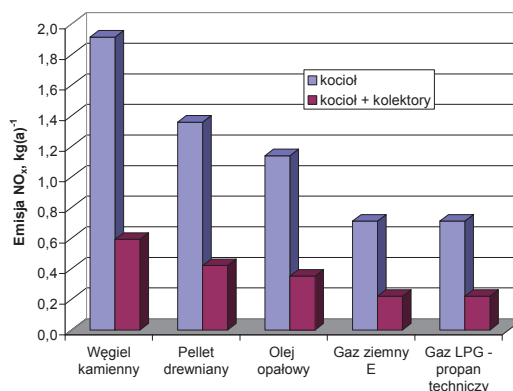
Kocioł	Sprawność cieplna, %	Paliwo	Wartość opałowa
Kocioł stalowy z paleniskiem retortowym o mocy 22kW	86,4	Węgiel kamienny typ 31, klasa 25/050/06	26,0 MJ(kg) <sup>-1</sup>
	86,4	Pellet drewniany, granulaty 8-20 mm	19,0 MJ(kg) <sup>-1</sup>
Gazowy kocioł grzewczy o mocy 10-25 kW	90	Gaz płynny LPG – propan techniczny	95,0 MJ(m) <sup>-3</sup>
	90	Gaz ziemny E	31,0 MJ(m) <sup>-3</sup>
Niskotemperaturowy, żeliwny kocioł grzewczy o mocy 22 kW	89	Olej opałowy lekki	42,7 MJ(kg) <sup>-1</sup>

**OGRANICZENIE EMISJI ZANIECZYSZCZEŃ POWIETRZA W SKALI POJEDYNCZEGO DOMU**

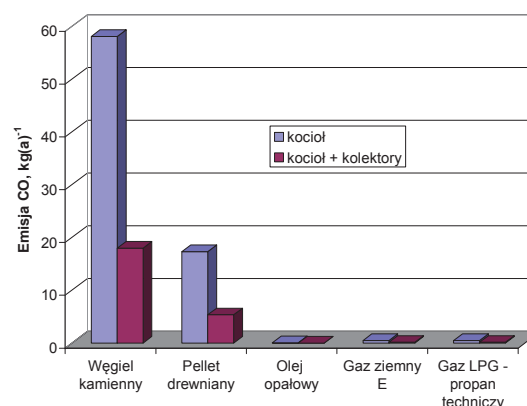
Na rys. 1-9 przedstawiono roczne zmniejszenie emisji zanieczyszczeń powietrza wynikające z doposażenia instalacji do podgrzewania wody w kolektory słoneczne.



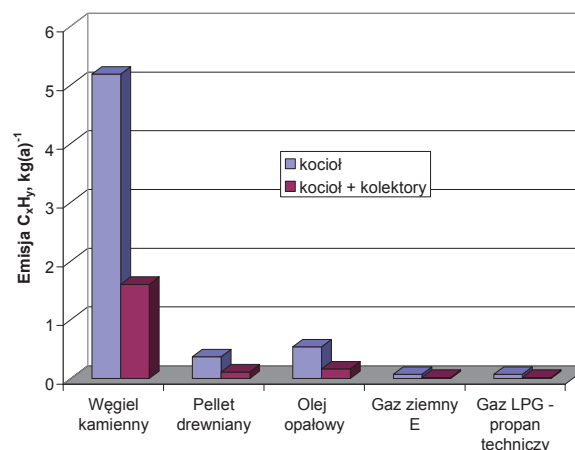
Rys. 1. Ograniczenie emisji ditlenku siarki w wyniku zastosowania kolektorów słonecznych do przygotowania c.w.u.



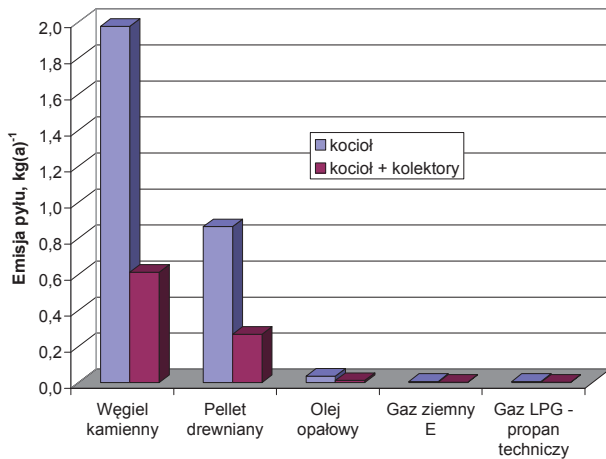
Rys. 2. Ograniczenie emisji tlenków azotu (w przeliczeniu na ditlenek) w wyniku zastosowania kolektorów słonecznych do przygotowania c.w.u.



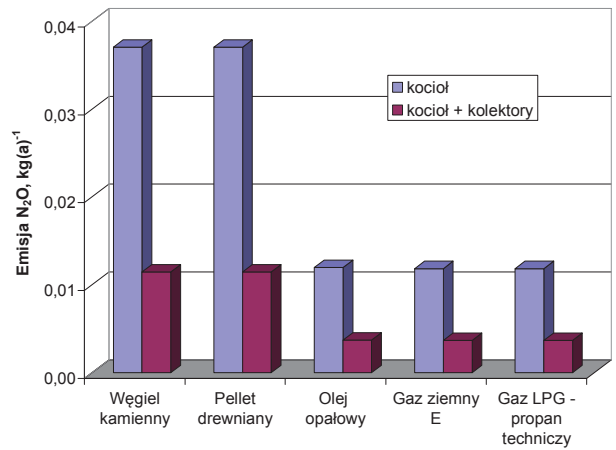
Rys. 3. Ograniczenie emisji tlenku węgla w wyniku zastosowania kolektorów słonecznych do przygotowania c.w.u.



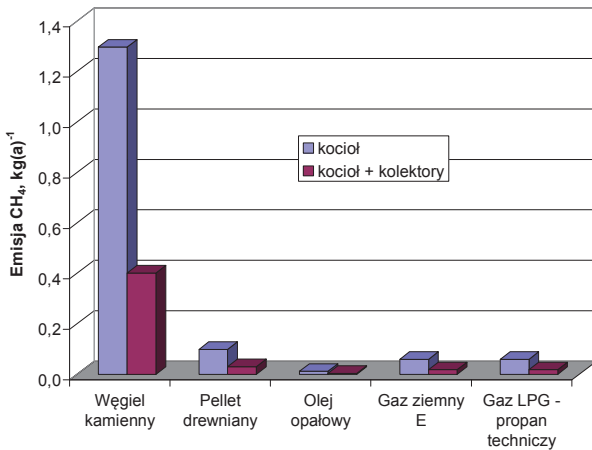
Rys. 4. Ograniczenie emisji węglowodorów (poza metanem) w wyniku zastosowania kolektorów słonecznych do przygotowania c.w.u.



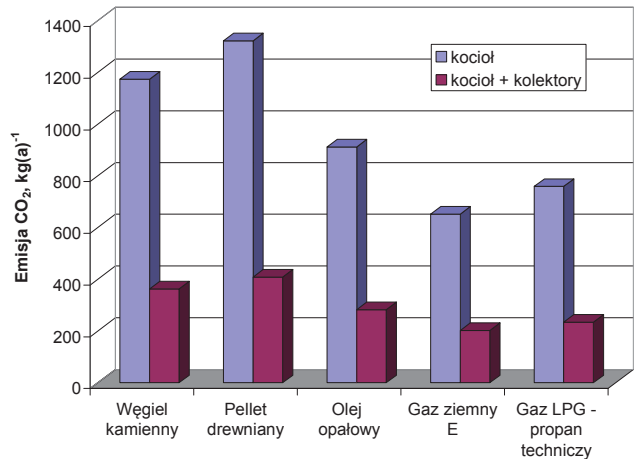
Rys. 5. Ograniczenie emisji pyłu w wyniku zastosowania kolektorów słonecznych do przygotowania c.w.u.



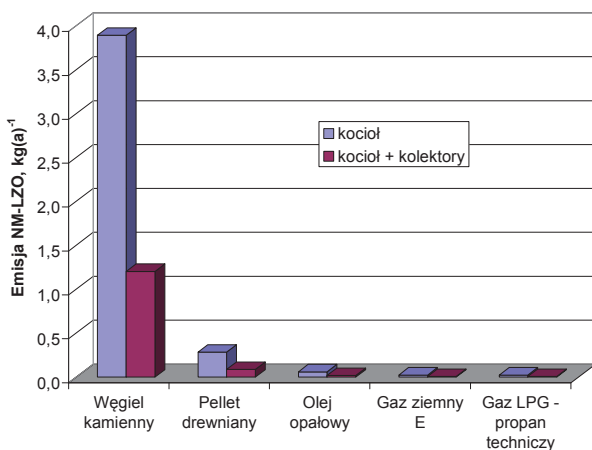
Rys. 8. Ograniczenie emisji podtlenku azotu w wyniku zastosowania kolektorów słonecznych do przygotowania c.w.u.



Rys. 6. Ograniczenie emisji metanu w wyniku zastosowania kolektorów słonecznych do przygotowania c.w.u.



Rys. 9. Ograniczenie emisji ditlenku węgla w wyniku zastosowania kolektorów słonecznych do przygotowania c.w.u.



Rys. 7. Ograniczenie emisji niemetanowych lotnych związków organicznych w wyniku zastosowania kolektorów słonecznych do przygotowania c.w.u.

Na powyższych wykresach porównano emisje zanieczyszczeń z instalacji wyposażonej tylko w kocioł grzewczy z emisjami z systemu, w którym praca kotła wspomagana jest energią słoneczną. Efekt ekologiczny wynikający z zastosowania kolektorów słonecznych przedstawiono w odniesieniu do wykorzystania na potrzeby podgrzewu c.w.u. tradycyjnych paliw konwencjonalnych stosowanych w budownictwie jednorodzinnych. Jest on największy w przypadku węgla, który ze względu na strukturę cen nośników energii przeżywa niestety swój renesans w budownictwie jednorodzinnych w Polsce, zwłaszcza na terenach wiejskich.

### OGRANICZENIE EMISJI ZANIECZYSZCZEŃ POWIETRZA W SKALI POLSKI

Celem oszacowania potencjalnej redukcji emisji w skali kraju przyjęto, że połowa domów wybudowanych w latach 1991-2010 – tj. ok. 520000 (GUS 2010) – zostanie wyposażona w kolektory słoneczne. Do obliczeń przyjęto przykładową strukturę zużycia

nośników energii dla wybranej gminy wg tab. 2, uprzednio wyznaczone wielkości redukcji emisji dla pojedynczego domu (w przypadku paliw) oraz wskaźniki emisji opublikowane przez elektrownię Bełchatów z roku 2009 (tab. 3) – w przypadku energii elektrycznej. Wyniki obliczeń redukcji emisji podstawowych zanieczyszczeń w zależności od zastępowanego kolektorami słonecznymi nośnika energii (z uwzględnieniem struktury zużycia nośników energii) zestawiono w tabeli 4 a łączne zmniejszenie emisji SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> i pyłu – na rys. 10.

Tab. 2. Struktura zużycia nośników energii (Więcka i in. 2010)

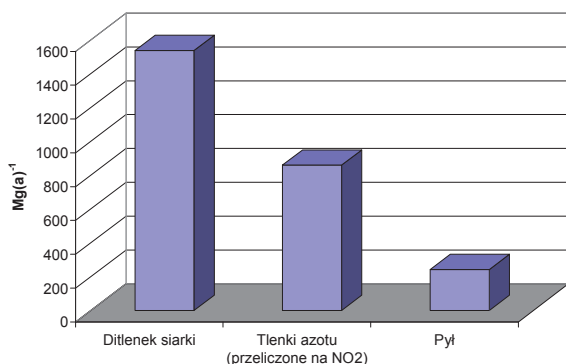
Nośnik energii	Udział, %
Węgiel	30,41
Drewno	0,24
Olej opałowy	2,19
Gaz ziemny	33,58
Gaz LPG	0,49
Energia elektryczna	33,09

Tab. 3. Wskaźniki emisji – Elektrownia Bełchatów (<http://www.elbelchatow.bot.pl>, 12.12.2009)

Substancja	Wskaźnik emisji, kg(MWh) <sup>-1</sup>
Ditlenek siarki	1,85
Tlenki azotu (jako ditlenek)	1,57
Pył	0,07
Ditlenek węgla	1076

Tab. 4. Potencjalna redukcja emisji w Polsce w wyniku doposażenia konwencjonalnych systemów grzewczych w kolektory słoneczne do podgrzewu c.w.u., Mg(a)<sup>-1</sup>

Substancja	SO <sub>2</sub>	Pył	NO <sub>x</sub> (jako NO <sub>2</sub> )	CO <sub>2</sub>
Węgiel	876,76	215,82	209,07	128142
Drewno	0,12	0,75	1,17	1139
Olej opałowy	7,07	0,28	8,96	7167
Gaz ziemny	1,43	0,71	85,79	78644
Gaz LPG	0,02	0,01	1,25	1335
Energia elektr.	651,61	24,66	552,99	378992



Rys. 10. Potencjalna redukcja emisji głównych zanieczyszczeń powietrza w Polsce w wyniku zastosowania kolektorów słonecznych w domach jednorodzinnych do podgrzewania c.w.u.

W przypadku ditlenku węgla potencjalna całkowita redukcja emisji w skali kraju wynosi prawie 600 000 Mg rocznie.

## PODSUMOWANIE

W warunkach polskich z zastosowaniem kolektorów słonecznych w instalacji przygotowującej c.w.u. wiąże się zmniejszenie ilości spalanej paliwa, czyli redukcja emisji zanieczyszczeń do atmosfery. Efekt ekologiczny zależy od rodzaju paliwa, które zostało zastąpione energią z promieniowania słonecznego i jest proporcjonalny do ilości uzyskanej energii. Największa redukcja emisji towarzyszy wyposażeniu w kolektory słoneczne systemu opartego na kotle grzewczym na paliwo węglowe (w przypadku pojedynczego domu jednorodzinnego zmniejszenie emisji CO<sub>2</sub> wynosi ok. 1 tony rocznie). W rzeczywistości zyski ekologiczne będą większe, gdyż do obliczeń przyjęto minimalny, gwarantowany przez producenta, uzysk energii z 1 m<sup>2</sup> kolektora słonecznego oraz nominalne sprawności cieplne kotłów, które często nie są osiągnięte w warunkach zmniejszonego obciążenia poza sezonem grzewczym.

Wykazany w niniejszej pracy efekt ekologiczny w przypadku pojedynczego domu może wydawać się znikomy. W skali kraju są to jednak potencjalnie znaczące wielkości redukcji zanieczyszczeń emitowanych do atmosfery (tab. 4).

Zastosowanie kolektorów słonecznych w nowo budowanych oraz istniejących małych obiektach mieszkalnych odpowiada zasadzie zrównoważonego rozwoju i jest zgodne z przyszłościową koncepcją energetyki rozproszonej. Dodatkowym argumentem za inwestowaniem w systemy słoneczne na osiedlach domów jednorodzinnych powstających na obrzeżach miast i na terenach wiejskich (oprócz korzyści ekonomicznych i ekologicznych), jest często brak lub nieopłacalność budowy sieci ciepłowniczej czy też gazowej na tych terenach.

Doposażenie konwencjonalnych instalacji grzewczych w budownictwie jednorodzinym w systemy słoneczne dobrze wpisuje się w działania mające na celu zwiększenie udziału odnawialnych źródeł energii w bilansie paliwowo-energetycznym kraju do 14 % w roku 2020 (Ministerstwo Środowiska, 2008). Obecny ich udział wynosi ok. 7 %, w czym energia słoneczna stanowi jedynie ok. 0,24 %. Dla osiągnięcia tego celu niezbędna jest intensyfikacja promocji energetyki słonecznej oraz wprowadzanie przez organy państwowe i samorządowe dalszych zachęt finansowych i organizacyjnych w tym zakresie.

## LITERATURA CYTOWANA

Dębski B., Olendrzyński K., Skośkiewicz J., Rosicki M., Pazdan R., 2003, *Wskaźniki dla wojewódzkich inwentaryzacji emisji na potrzeby ocen bieżących i programów ochrony powietrza*, Ministerstwo Środowiska, Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, Warszawa.

Budownictwo mieszkaniowe 1991-2010, 2010, GUS, Warszawa

Gaj K., Pakulak A., 2010, *Efekty ekonomiczne zastosowania kolektorów słonecznych w domu jednorodzinnym*, PES, Nr 2,3,4 - artykuł przyjęty do druku

Jastrzębska G., 2007, *Odnawialne źródła energii i pojazdy proekologiczne*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa

Polityka ekologiczna państwa w latach 2009-2012 z perspektywą do roku 2016, 2008, Ministerstwo Środowiska, Warszawa, p. 42

Ruch budowlany w 2009 r., 2010, Główny Urząd Nadzoru Budowlanego, Warszawa.

Więcka A., Wiśniewski G., Kwasieberski M., 2010, *Grupowa budowa kolektorów słonecznych to szansa na większą dotację*, Czysta Energia, Wyd. ABRYS, Nr 10 (110)