

Danuta PROSZAK- MIĄSIK¹
Krzysztof NOWAK²
Sławomir RABCZAK³

WYKORZYSTANIE ENERGII SŁONECZNEJ, JAKO JEDNEGO Z CZYNNIKÓW POPRAWIAJĄCYCH JAKOŚĆ POWIETRZA

Zgodnie z dyrektywami unijnymi Polska zobowiązała się do wprowadzenia pakietu „3 x 20”, który mówi, że kraj członkowski powinien ograniczyć do 2020 roku redukcję emisji gazów cieplarnianych o 20%, zwiększając jednocześnie sprawność urządzeń energetycznych o 20% i wzrost udziału odnawialnych źródeł energii (OZE) o 20% w globalnym bilansie energetycznym danego kraju do 2030 roku[2]. Efekty poprawy jakości atmosfery będą wynikać z wykorzystania, między innymi, alternatywnych źródeł energii, które w konsekwencji spowodują zmniejszenie emisji szkodliwych substancji do atmosfery powstających w wyniku spalania tradycyjnych nośników energii. Realizacja wyżej wymienionych celów będzie przebiegać etapowo. Należy dokonać podziału poszczególnych rodzajów energii, przeanalizować technologie ich wytwarzania oraz znaleźć rozwiązania technologiczne, które umożliwią redukcję gazów cieplarnianych pyłów. W publikacji przedstawiono analizę wpływu wykorzystania energii słonecznej na zmniejszenie emisji substancji szkodliwych do atmosfery. Analiza przeprowadzona jest dla instalacji składającej się z tradycyjnego źródła energii i kolektorów słonecznych umiejscowionych na terenie Rzeszowa. Na podstawie przeprowadzonych obliczeń pokazano, że przy zastosowaniu dwóch kolektorów słonecznych można zmniejszyć zużycie konwencjonalnego paliwa o około 20%. Zmniejszy się emisja ditlenku węgla, ditlenkusiarki, tlenku węgla związków azotu jak i emisja pyłów, co ma wpływ bezpośrednio na stan środowiska. Dlatego ważne jest by rozpowszechniać tego typu instalacje, przez indywidualnych inwestorów. Obecnie w Polsce istnieją programy kredytowe, które umożliwiają zakup instalacji kolektorowych.

¹ Autor do korespondencji: Danuta Proszak-Miąsik, Politechnika Rzeszowska, al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów, tel.: 17 865 16 99, dproszak@prz.edu.pl

² Krzysztof Nowak, Politechnika Rzeszowska, al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów, tel.: 17 865 12 43, krzynow@prz.edu.pl

³ Sławomir Rabczak, Politechnika Rzeszowska, al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów, tel.: 17 865 12 43, rabczak@prz.edu.pl

Słowa kluczowe: kolektory słoneczne, emisja zanieczyszczeń, instalacje słoneczne, spalanie

1. Wprowadzenie

Dyrektywy Unijne (2005/32/WE, 2006/32/WE, 96/61/WE) zobowiązują kraje członkowskie do prowadzenia ekologicznej polityki energetycznej. Polska zobowiązała się do tworzenia wspólnotowej polityki energetycznej oraz wdrożenie jej głównych celów do 2030 roku. Głównymi celami polityki energetycznej są:

- poprawa efektywności energetycznej,
- wzrost bezpieczeństwa energetycznego,
- rozwój wykorzystania odnawialnych źródeł energii, w tym biopaliw,
- rozwój konkurencyjnych rynków paliw i energii,
- ograniczenie oddziaływania na środowisko.

Realizacja wyżej wymienionych celów będzie przebiegać etapowo. Należy dokonać podziału poszczególnych rodzajów energii, przeanalizować technologie ich wytwarzania oraz znaleźć rozwiązania technologiczne, które umożliwiają redukcje gazów cieplarnianych pyłów itp. [2]. W Polsce istotnym problemem jest emisja zanieczyszczeń powstających przy spalaniu różnego rodzaju paliw w kotłach budynków mieszkalnych. Polityka państwa winna doprowadzić w najbliższych latach do wprowadzenia w tych gospodarstwach nowoczesnych źródeł energii (kotły kondensacyjne, kolektory słoneczne, ogniwa fotowoltaiczne, pompy ciepła). W pracy przedstawiono wykorzystanie energii słonecznej do podgrzewania wody wykorzystując płaskie kolektory słoneczne. Wykonano symulacje pokazujące, iż zastosowanie kolektorów słonecznych wpływa na zmniejszenie emisji wybranych gazów oraz pyłów do atmosfery.

2. Instalacja c.w.u. współpracująca z kolektorami słonecznymi

Podstawą analizy układu podgrzewającego jest budynek jednorodzinny zamieszkały przez 4 osoby, usytuowany w Rzeszowie. Przyjęto zapotrzebowanie na ciepłą wodę dla 1 osoby w ilości 55 l/d. Założono, że średnia gęstość promieniowania słonecznego w Rzeszowie, w zależności od pogody i pory roku, zawiera się w przedziale 930-1250 kWh/m², zaś liczba godzin słonecznych jest rzędu 1500-1600 godzin rocznie. Czterooosobowa rodzina zużywa średnio 220 litrów dziennie o temperaturze 55°C. Przyjęto, że temperatura wody w sieci wodociągowej wynosi 10°C.

Zapotrzebowanie energetyczne do podgrzania wymienionej ilości wody określone jest wzorem [1]:

$$Q_{cwu} = c \cdot \rho \cdot V \cdot (t_{wc} - t_{wz}) / 10^6 \text{ [GJ]} \quad (1)$$

gdzie: Q_{cwu} – energia potrzebna do przygotowania c.w.u., [GJ]
 c – ciepło właściwe wody, [kJ/kg·K]
 ρ – gęstość wody, [kg/m³]
 V – ilość wody do podgrzania, [m³]
 t_{wc} – temperatura wody ciepłej, [°C]
 t_{wz} – temperatura wody zimnej, [°C]

$$Q_{cwu} = 4,19 \cdot 1000 \cdot 0,22 \cdot \frac{(55 - 10)}{10^6} = 0,042 \left[\frac{GJ}{d} \right] = 11,67 \left[\frac{kWh}{d} \right]$$

Roczne zapotrzebowanie energii na przygotowanie ciepłej wody użytkowej wynosi wobec tego 4258,33 kWh/rok.

W analizie instalacji kolektorowej przyjęto założenie, że przy maksymalnym nasłonecznieniu kolektory pokryją całodobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę. Założono, że kolektory zostaną umieszczone na połaci dachowej o kącie pochylenia 40°. Przyjęto, że sprawność kolektorów wynosi 60%. Szacunkowa powierzchnia kolektorów wynika z empirycznego wzoru, który uwzględnia zależności między powierzchnią kolektora a liczbą osób mających korzystać z ciepłej wody ogrzewanej przez nie [3]:

$$F = n \cdot F_{obl} = 4 \cdot 1,2 = 4,8 [m^2] \quad (2)$$

gdzie: F – orientacyjna powierzchnia kolektora,
 n – liczba mieszkańców,
 F_{obl} – wymagana powierzchnia kolektora, m²/osobę.

Dla czterech osób przyjęto 2 kolektory.

Dobrano 2 kolektory słoneczne płaskie typu Vitosol, o powierzchni absorbera 2,5 m². Dobrano również zasobnik o pojemności 300 l, grupę solarną Tacosol, sterownik DeltaSol oraz pozostałe elementy instalacji (rys. 1).

Energia wytworzona przez kolektory słoneczne w ciągu roku określona jest wzorem:

$$Q_k = I_a \cdot F_{krz} \cdot \eta [kWh/rok] \quad (3)$$

gdzie: I_a – średnia roczna suma nasłonecznienia dla Rzeszowa, [kWh/(m²·rok)]
 F_{krz} – rzeczywista powierzchnia kolektorów, [m²]
 η – sprawność kolektora,

$$Q_k = 1131 \cdot 5 \cdot 0,60 = 3393 [kWh/rok]$$

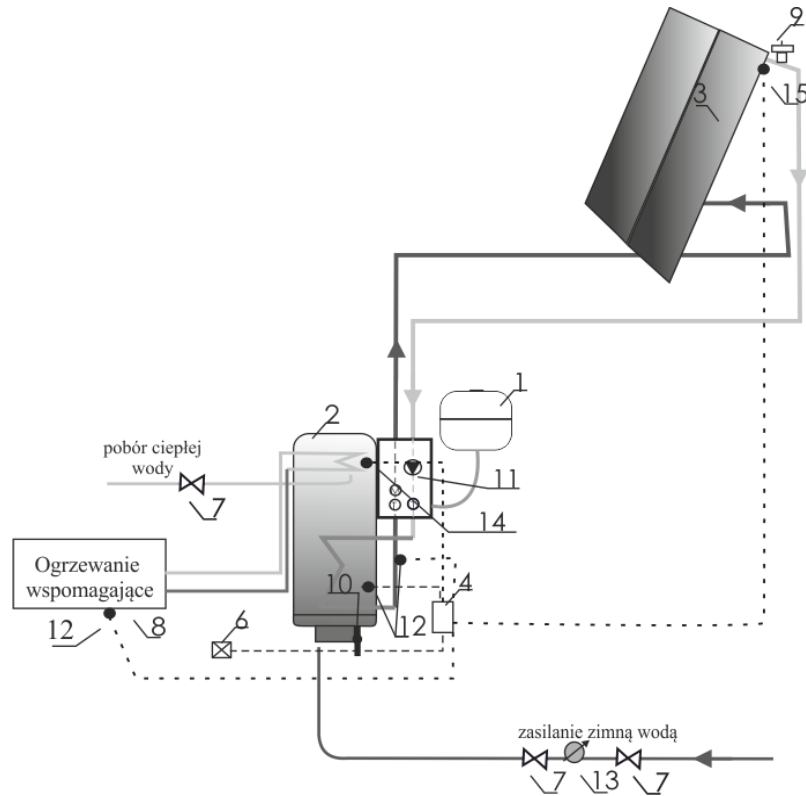
Energia wytwarzana przez inne źródło w kotle, po zainstalowaniu kolektorów słonecznych określona jest wzorem:

$$Q = Q_{cwu} - Q_k \text{ [kWh/rok]} \quad (4)$$

gdzie: Q_{cwu} – roczne zapotrzebowanie energii na przygotowanie ciepłej wody użytkowej, [kWh/rok]

Q_k – energia wytworzona przez kolektory słoneczne w ciągu roku, [kWh/rok]

$$Q = 4258,33 - 3393 = 865,33 \text{ [kWh/rok]}.$$



Rys. 1. Schemat instalacji c.w.u. wspomaganej kolektorami: 1. Naczynie wzbiornicze, 2. Zastosnik 300l, 3. Kolektory płaskie, 4. Sterownik typu DeltaSol, 5. Cięplomierz, 6. Gniazdo zasilające 230V/50Hz, 7. Zawór odcinający, 8. Ogrzewanie wspomagające, 9. Zawór odpowietrzający DN 15, 10. Zawór bezpieczeństwa DN 15, 11. Grupa solarna typu FV 70 TACOSOL ZR, 12. Czujnik temperatury, 13. Wodomierz, 14. Czujnik temp. Wody pobieranej przez użytkownika, 15. Czujnik temp. Absorbera [4]

Fig. 1. Schema of hot water installation with solar collectors: 1. Vessel, 2. Storage container of 300 l, 3. Flat solar panels, 4. Driver of the type DeltaSol, 5. Heat meter, 6. Powering nest 230 V/ of 50 Hz, 7. Stopcock, 8. Supporting heating, 9. Bleed valve, 10. Safety valve, 11. Solar group of the type FV 70 TACOSOL ZR, 12. Temperature sensor, 13. Water meter, 14. Temperature sensor of water taken by the user, 15. Temperature sensor of absorber

Energia wytworzona przez kolektory słoneczne w ciągu roku wynosi około 3400 [kWh/rok], należy jednak pamiętać że jest to wartość zależna od warunków pogodowych.

3. Efekty ekologiczne

Przeprowadzone obliczenia mają na celu wykazanie wpływu zainstalowania i używania instalacji solarnych na wskaźnik emisyjności 243i tlenku węgla, 243i tlenku siarki, tlenku węgla i pyłu. Symulację przeprowadzono dla kotłów wykorzystujących paliwo stałe (węgiel), ciekłe (olej opałowy) i gazowe (gaz ziemny). Moc kolektorów słonecznych zależna jest od warunków pogodowych, pory roku, kąta nachylenia kolektora w stosunku do promieni słonecznych, dlatego przyjęto w obliczeniach ich sprawność 60%. W obliczeniach wykorzystano materiały wydane przez Ministerstwo Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa na temat – *Wskaźników emisji substancji zanieczyszczających wprowadzanych do powietrza z procesów energetycznego spalania paliw* [3].

Roczne zużycie paliwa na przygotowanie ciepłej wody użytkowej:

$$B = \frac{Q_{cwu}}{H} \quad (5)$$

gdzie: B – roczne zużycie paliwa do przygotowania c.w.u., [kg/rok]
 Q_{cwu} – energia potrzebna do przygotowania c.w.u., [kWh/rok]
 H – wartość opałowa paliwa, [kWh/kg]

Wielkość rocznej emisji substancji zanieczyszczających wprowadzonych do powietrza podczas spalania paliw:

$$E = B \cdot w \text{ [kg/rok]} \quad (6)$$

gdzie: B – ilość spalonego paliwa, [jo/rok]
 w – wskaźnik unosu zanieczyszczeń, [kg/jo]

Roczna emisja pyłu powstająca podczas spalania węgla kamiennego:

$$E_{pył} = B \cdot w \cdot (100 - \eta) / (100 - K) \text{ [kg/rok]} \quad (7)$$

gdzie: B – ilość spalonego paliwa, [Mg/a]
 w – wskaźnik unosu pyłu, [kg/Mg paliwa]
 η – sprawność urządzenia odpylającego, [%]
 K – zawartość części palnych w pyle, [%]

Przygotowanie ciepłej wody za pomocą kotła opalanego węglem kamiennym

Roczne zużycie paliwa na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (wzór 5):

$$B = \frac{Q_{cwu}}{H} = \frac{4258,33}{6,67} = 638,43[\text{kg/rok}] = 0,64 [\text{Mg/rok}]$$

Obliczenie wielkości emisji substancji zanieczyszczających wprowadzonych do powietrza podczas spalania węgla kamiennego

Roczną emisję dwutlenku węgla, dwutlenku siarki, dwutlenku azotu i tlenku węgla powstających podczas spalania węgla kamiennego obliczono z wzoru (6), a emisję pyłu z wzoru (7). Obliczenia przeprowadzono w oparciu o wskaźniki unosu. Unos w odniesieniu do spalania paliw jest masą zanieczyszczeń, które są unoszone z nad paleniska poza kocioł [3].

Roczna emisja dwutlenku węgla:

$$E_{CO_2} = 0,64 \cdot 2100 = 1344 [\text{kg/rok}]$$

Roczna emisja dwutlenku siarki:

$$E_{SO_2} = 0,64 \cdot 16 \cdot 0,012 = 0,123[\text{kg/rok}]$$

Roczna emisja dwutlenku azotu:

$$E_{NO_2} = 0,64 \cdot 4 = 2,56[\text{kg/rok}]$$

Roczna emisja tlenku węgla:

$$E_{CO} = 0,64 \cdot 20 = 12,8[\text{kg/rok}]$$

Roczna emisja pyłu:

$$E_{pył} = 0,64 \cdot 2 \cdot (100 - 0)/(100 - 25) = 1,71 [\text{kg/rok}]$$

Przygotowanie ciepłej wody za pomocą kotła opalanego węglem kamiennym współpracującego z instalacją kolektorów słonecznych

Roczne zużycie paliwa na przygotowanie ciepłej wody użytkowej po zainstalowaniu kolektorów słonecznych:

$$B = \frac{Q}{H} = \frac{865,33}{6,67} = 129,73[\text{kg/a}] = 0,13[\text{Mg/rok}]$$

Obliczenie wielkości emisji substancji zanieczyszczających wprowadzonych do powietrza podczas spalania węgla kamiennego:

- roczna emisja dwutlenku węgla:

$$E_{CO_2} = 0,13 \cdot 2100 = 273 \text{ [kg/rok]}$$

- roczna emisja dwutlenku siarki:

$$E_{SO_2} = 0,13 \cdot 16 \cdot 0,012 = 0,024 \text{ [kg/rok]}$$

- roczna emisja dwutlenku azotu:

$$E_{NO_2} = 0,13 \cdot 4 = 1,2 \text{ [kg/rok]}$$

- roczna emisja tlenku węgla:

$$E_{CO} = 0,13 \cdot 20 = 2,6 \text{ [kg/rok]}$$

- roczna emisja pyłu:

$$E_{pył} = 0,13 \cdot 2 \cdot (100 - 0)/(100 - 25) = 0,35 \text{ [kg/rok]}$$

Przygotowanie ciepłej wody za pomocą kotła opalanego olejem opałowym

Roczne zużycie paliwa na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (wzór 5):

$$B = \frac{Q_{cwu}}{H} = \frac{4258,33}{11,67} = 364,89 \text{ [kg/rok]} = 0,44 \text{ [m}^3\text{/rok]}$$

Obliczenie wielkości emisji substancji zanieczyszczających wprowadzonych do powietrza podczas spalania oleju opałowego. Roczna emisję podczas spalania oleju opałowego obliczono z wzoru (6). Obliczenia przeprowadzono w oparciu o wskaźniki unosu [3].

Roczna emisja dwutlenku węgla:

$$E_{CO_2} = 0,44 \cdot 1650 = 726 \text{ [kg/rok]}$$

Roczna emisja dwutlenku siarki:

$$E_{SO_2} = 0,44 \cdot 19 \cdot 0,002 = 0,017 \text{ [kg/rok]}$$

Roczna emisja dwutlenku azotu:

$$E_{NO_2} = 0,44 \cdot 5 = 2,2 \text{ [kg/rok]}$$

Roczna emisja tlenku węgla:

$$E_{CO} = 0,44 \cdot 0,6 = 0,264 \text{ [kg/rok]}$$

Roczna emisja pyłu:

$$E_{pył} = 0,44 \cdot 1,8 = 0,79 \text{ [kg/rok]}$$

Przygotowanie ciepłej wody za pomocą kotła opalanego olejem opalowym współpracującego z instalacją kolektorów słonecznych

Roczne zużycie paliwa na przygotowanie ciepłej wody użytkowej po zainstalowaniu kolektorów słonecznych (wzór 5):

$$B = \frac{Q}{H} = \frac{865,33}{11,67} = 74,14 \text{ [kg/rok]} = 0,09 \text{ [m}^3\text{/rok]}$$

Obliczenie wielkości emisji substancji zanieczyszczających wprowadzonych do powietrza podczas spalania oleju opalowego.

Roczna emisja dwutlenku węgla:

$$E_{CO_2} = 0,09 \cdot 1650 = 148,5 \text{ [kg/rok]}$$

Roczna emisja dwutlenku siarki:

$$E_{SO_2} = 0,09 \cdot 19 \cdot 0,002 = 0,003 \text{ [kg/rok]}$$

Roczna emisja dwutlenku azotu:

$$E_{NO_2} = 0,09 \cdot 5 = 0,45 \text{ [kg/rok]}$$

Roczna emisja tlenku węgla:

$$E_{CO} = 0,09 \cdot 0,6 = 0,054 \text{ [kg/rok]}$$

Roczna emisja pyłu:

$$E_{pył} = 0,09 \cdot 1,8 = 0,16 \text{ [kg/rok]}$$

Przygotowanie ciepłej wody za pomocą kotła opalanego gazem ziemnym

Roczne zużycie paliwa na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (wzór 5):

$$B = \frac{Q_{cwu}}{H} = \frac{4258,33}{8,61} = 495 \text{ [m}^3\text{/rok]}$$

Emisję dwutlenku węgla, dwutlenku siarki, dwutlenku azotu, tlenku węgla i pyłu powstających podczas spalania gazu ziemnego obliczono z wzoru (6). Obliczenia przeprowadzono w oparciu o wskaźniki unosu [3], przyjęto zawartość siarki w gazie 40 mg/m^3 .

Roczna emisja dwutlenku węgla:

$$E_{CO_2} = 0,000494 \cdot 1964000 = 970,22 \text{ [kg/rok]}$$

Roczna emisja dwutlenku siarki:

$$E_{SO_2} = 0,000494 \cdot 2 \cdot 0,00004 = 0,00 \text{ [kg/rok]}$$

Roczna emisja dwutlenku azotu:

$$E_{NO_2} = 0,000494 \cdot 1280 = 0,633 \text{ [kg/rok]}$$

Roczna emisja tlenku węgla:

$$E_{CO} = 0,000494 \cdot 360 = 0,18 \text{ [kg/rok]}$$

Roczna emisja pyłu:

$$E_{pył} = 0,000494 \cdot 15 = 0,0074 \text{ [kg/rok]}$$

Przygotowanie ciepłej wody za pomocą kotła opalanego gazem ziemnym współpracującego z instalacją kolektorów słonecznych

Roczne zużycie paliwa na przygotowanie ciepłej wody użytkowej po zainstalowaniu kolektorów słonecznych (wzór 5):

$$B = \frac{Q}{H} = \frac{865,33}{8,61} = 100 \text{ [m}^3\text{/rok]}$$

Obliczenie wielkości emisji substancji zanieczyszczających wprowadzonych do powietrza podczas spalania gazu ziemnego.

Roczna emisja dwutlenku węgla:

$$E_{CO_2} = 0,0001 \cdot 1964000 = 196,4 \text{ [kg/rok]}$$

Roczna emisja dwutlenku siarki:

$$E_{SO_2} = 0,0001 \cdot 2 \cdot 0,00004 = 0,00 \text{ [kg/rok]}$$

Roczna emisja dwutlenku azotu:

$$E_{NO_2} = 0,0001 \cdot 1280 = 0,128 \text{ [kg/rok]}$$

Roczna emisja tlenku węgla:

$$E_{CO} = 0,0001 \cdot 360 = 0,036 \text{ [kg/rok]}$$

Roczna emisja pyłu:

$$E_{pył} = 0,0001 \cdot 15 = 0,0015 \text{ [kg/rok]}$$

Montaż kolektorów słonecznych powoduje mniejsze zużycie paliw. W tabeli 1 zestawiono zużycie paliwa dla poszczególnych kotłów przy założonym zapotrzebowaniu na ciepłą wodę.

Tabela 1. Zmniejszenie ilości spalanego paliwa do przygotowania ciepłej wody po zainstalowaniu kolektorów słonecznych

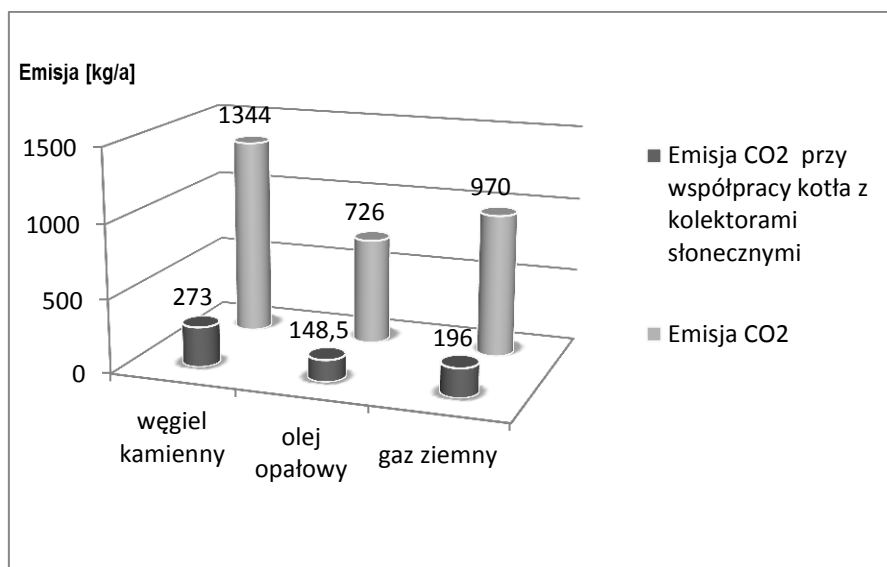
Table 1. Decreasing of volume of combustion fuel for hot water production after solar collector installation

Rodzaj paliwa	Jednostka	Zużycie paliwa	Zużycie paliwa *
węgiel kamienny	kg/rok	638	130
olej opałowy	kg/rok	365	76
gaz ziemny	m ³ /rok	495	100

*zużycie paliwa przy współpracy kotła z instalacją solarną

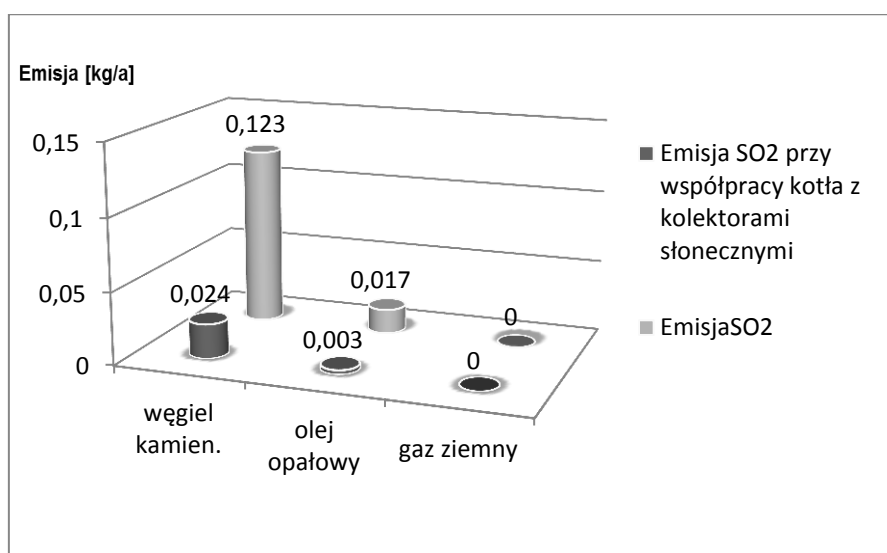
Mniejsze zużycie paliwa powoduje zmniejszenie emisji zanieczyszczeń do atmosfery. Na poniższych wykresach pokazano jak zmniejszy się emisyjność szkodliwych substancji przy zastosowaniu odnawialnej energii. Na rysunku 2÷6 przedstawiono graficznie wyniki emisji różnych zanieczyszczeń.

Z wykresów można zauważyć, iż zastosowanie kolektorów słonecznych zmniejszy unos zanieczyszczeń średnio o 20%. Należy jednak pamiętać, że wartości te będą zależne od warunków pogodowych i mogą się zwiększyć.



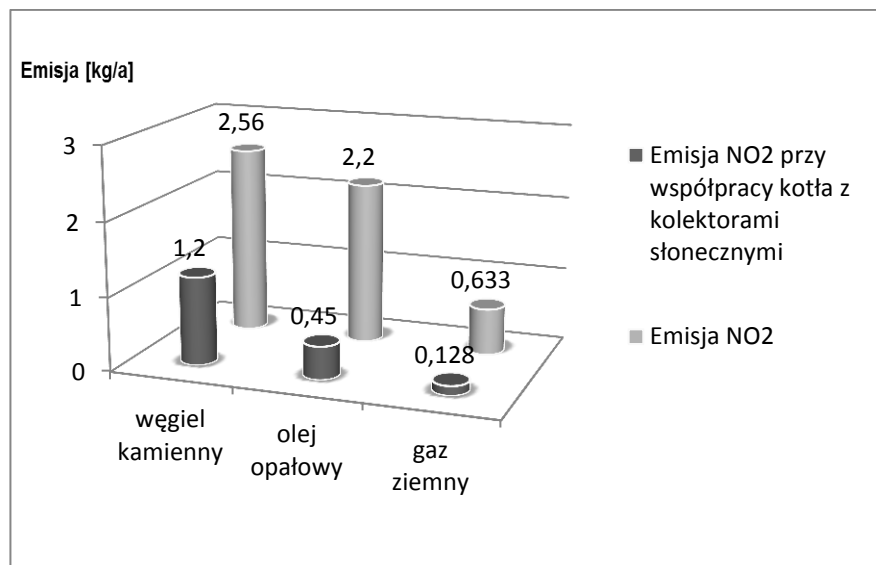
Rys. 2. Porównanie emisji ditlenku węgla przy spalaniu różnych paliw

Fig. 2. Comparison of emission of carbon dioxide for selected fuel



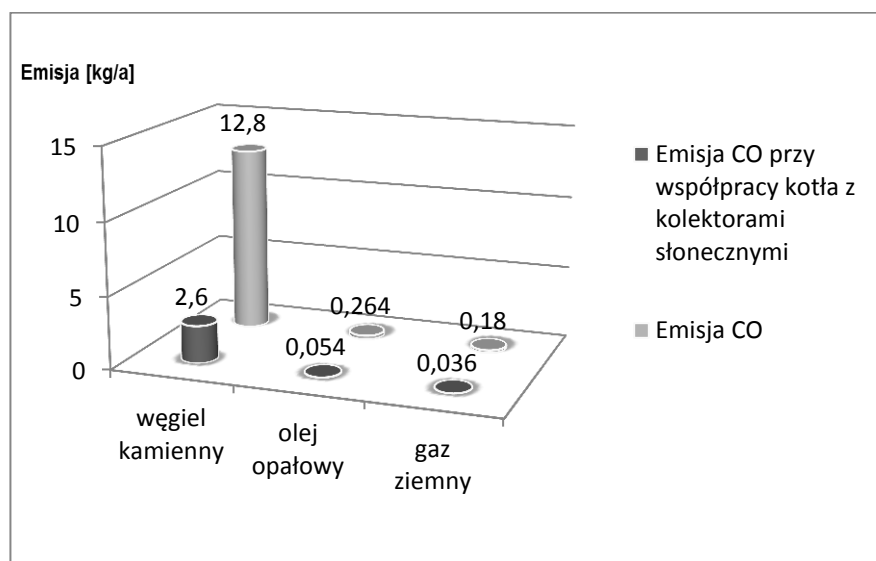
Rys. 3. Porównanie emisji ditlenku siarki przy spalaniu różnych paliw

Fig. 3. Comparison of emission of sulfur dioxide for selected fuel



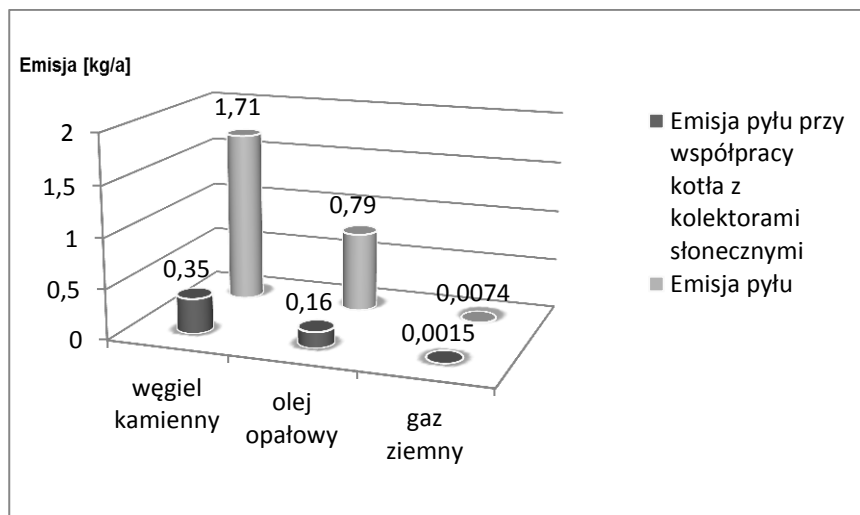
Rys. 4. Porównanie emisji ditlenku azotu przy spalaniu różnych paliw

Fig. 4. Comparison of emission of azote dioxide for selected fuel



Rys. 5. Porównanie emisji tlenku węgla przy spalaniu różnych paliw

Fig. 5. Comparison of emission of carbon monoxide for selected fuel



Rys. 6. Porównanie emisji pyłu przy spalaniu różnych paliw

Fig. 6. Comparison of emission of dust for selected fuel

4. Podsumowanie

Analizując otrzymane wyniki oszacowano 20% stopień redukcji emisji szkodliwych gazów i pyłów w ciągu roku, po zainstalowaniu kolektorów słonecznych w typowym gospodarstwie domowym. Wartość ta może ulec zmianie gdyż jest uzależniona od nasłonecznienia obiektu.

Z symulacji ilości zanieczyszczeń dla instalacji współpracującej z kolektorem słonecznym jednoznacznie dowodzą, że polityka państwa winna wspierać prywatnych inwestorów w sposób zachęcający do wykonywania instalacji hybrydowych składających się z systemów kolektorów słonecznych, które wspomagają pracę kotłów podgrzewających wodę do celów gospodarczych. Obecnie w Polsce istnieją programy kredytowe, które umożliwiają zakup instalacji kolektorowych.

Literatura

- [1] Klugmann-Radziemska E. Klugmann E.: Systemy słonecznego ogrzewania i zasilania elektrycznego budynków, Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko, Białystok, 2002.
- [2] <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps/radmonth.php?lang=en&map=europe> (dane z dnia 15.12.2012 r.).
- [3] Ministerstwo Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa: Materiały informacyjno – instruktażowe. Wskaźniki emisji substancji zanieczyszczających

wprowadzanych do powietrza z procesów energetycznego spalania paliw, Warszawa, 1996.

- [4] Proszak D., Rabczak S.: Ekonomiczne aspekty systemów wytwarzania ciepłej wody wspomagane energią słoneczną dla budynków jednorodzinnych, Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej, Z59, 2012.

THE SOLAR ENERGY UTILIZATION AS ONE OF THE ASPECTS IMPROVING AIR QUALITY

Summary

According to the signed EU directive European Parliament and of the Council 2008/50/EC of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaness air for Europe, Poland committed itself to reduce harmful emissions, dust and contaminations into the atmosphere due to the limits written in the law. In the publication the possibility of replacing the thermal energy required to produce domestic hot water by solar renewable energy for heating medium in the solar collectors, which in turns reheat water through heat exchanger was demonstrated. This paper presents the main simulation of the hot water heat source system behaviour and furnace operation with a capacity of approximately 10 kW in three fuel variants: gas, coal and oil. Simulation refers to products appears during combustion process as: carbon dioxide, sulfur dioxide, nitrogen dioxide, carbon monoxide and others contamination particulates. These calculations are supported by experimental studies. The paper presents the principles of design process for a solar system with the same power as used in common known applications. Solar installation is expected to cover part of the energy demand in the household to produce hot water. That assumption was the base to compare products emission from combustion process before and after system operation.

Keywords: solar panels, emissions, solar plants, incineration

DOI: 10.7862/rb.2013.50

*Przesłano do redakcji w lipcu 2013 r.
Przyjęto do druku we wrześniu 2013 r.*