

Agnieszka ŻELAZNA¹ i Artur PAWŁOWSKI¹

KORZYŚCI ŚRODOWISKOWE Z WYKORZYSTANIA SYSTEMÓW SOLARNYCH NA PRZYKŁADZIE BUDYNKU JEDNORODZINNEGO

ENVIRONMENTAL BENEFITS FROM SOLAR SYSTEMS - THE EXAMPLE OF DETACHED HOUSE

Abstrakt: Jednym z naczelných postulatůw koncepcji rozwoju zrównoważonego jest zmniejszenie poziomu zużycia energii produkowanej ze źródeł konwencjonalnych. Dlatego odnawialne źródła energii, takie jak energia słoneczna, stają się coraz bardziej popularne w wielu zastosowaniach. Najczęściej stosowane sposoby wykorzystania energii słonecznej to podgrzewanie ciepłej wody użytkowej oraz produkcja energii elektrycznej poprzez zastosowanie fotowoltaiki. W niniejszym artykule zaprezentowano rezultaty analizy środowiskowej wykorzystania kolektorów słonecznych w budynku jednorodzinny m zlokalizowany m na Lubelszczyźnie. Porównanie z tradycyjnymi metodami produkcji ciepłej wody użytkowej wskazuje na korzyści środowiskowe, wynikające ze stosowania systemów solarnych. W analizie wykorzystano metodologię podstaw oceny cyklu życia (LCA) oraz metodę szacowania potencjału tworzenia efektu cieplarnianego Global Warming Potential (GWP). Metoda GWP została wykorzystana do oszacowania ilości ekwiwalentu CO₂ emitowanego do atmosfery w każdym z analizowanych systemów.

Słowa kluczowe: analizy środowiskowe, ocena cyklu życia, GWP, systemy solarne

W 1987 r. opublikowany został raport „Nasza Wspólna Przyszłość” (*Our Common Future*), który przyczynił się do wzrostu świadomości ekologicznej społeczeństw i zwiększenia zainteresowania kwestiami ochrony zasobów naturalnych naszej planety. Poszukując drogi, którą powinny podążać współczesne społeczeństwa, w raporcie sformułowano ważną koncepcję rozwoju zrównoważonego. Według definicji, jest to taki typ rozwoju, który zaspokaja terażniejsze potrzeby ludzi, jednocześnie nie zagrażając zdolności przyszłych pokoleń do zaspokajania własnych potrzeb [1].

Koncepcja rozwoju zrównoważonego wskazuje na trzy filary rozwoju społeczeństw: ekologiczny, ekonomiczny i społeczny, pomiędzy którymi powinna panować względna równowaga. W dobie rozwoju społeczeństwa konsumpcyjnego osiągnięcie i utrzymanie takiej równowagi nie jest kwestią jednoznacznie prostą. Dlatego niezbędne jest stosowanie środków i narzędzi prawnych, stymulujących pożądane kierunki rozwoju społeczeństwa oraz gospodarki. Już teraz koncepcja rozwoju zrównoważonego uznawana jest za naczelną priorytet w większości aktów prawnych przyjmowanych tak na poziomie ONZ, UE, jak i poszczególnych krajów [2].

Aby sprostać wymaganiom rozwoju zrównoważonego, konieczne jest, między innymi, zmniejszenie zużycia energii ze źródeł konwencjonalnych [3]. Odnawialne źródła energii, takie jak energia słoneczna, stają się coraz bardziej popularne w wielu zastosowaniach. Najczęściej stosowany sposób wykorzystania energii słonecznej to podgrzewanie ciepłej wody użytkowej.

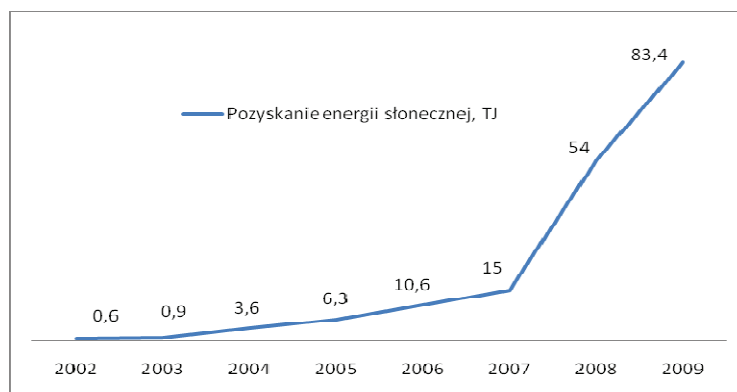
¹ Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika Lubelska, ul. Nadbystrzycka 40B, 20-618 Lublin, tel. 81 538 44 06, email: A.Zelazna @wis.pol.lublin.pl, tel. 81 538 44 09, email: A.Pawlowski@wis.pol.lublin.pl

W niniejszym artykule zaprezentowano rezultaty analizy środowiskowej wykorzystania tego rodzaju systemu w budynku jednorodzinym zlokalizowanym na Lubelszczyźnie. Porównanie tradycyjnych metod produkcji *cieplej wody użytkowej* (c.w.u.) wskazuje na korzyści środowiskowe, wynikające ze stosowania systemów solarnych.

Systemy solarne w Polsce

Energia słoneczna znajduje zastosowanie w wielu dziedzinach. Należy tu wskazać choćby na powszechnie stosowane formy biernego ogrzewania pomieszczeń, wykorzystujące zyski słoneczne poprzez szyby okienne, oraz na oszczędność energii elektrycznej, podczas godzin dziennych, związaną z oświetleniem. Powszechną formą wykorzystania energii słonecznej są również tunele i szklarnie stosowane w rolnictwie i ogrodnictwie.

Systemy solarne, takie jak panele słoneczne, pojawiły się w powszechnym zastosowaniu stosunkowo niedawno. W opracowaniach Głównego Urzędu Statystycznego brak jest danych dotyczących wykorzystania fotowoltaiki na szeroką skalę, natomiast fototermika pojawia się w nich dopiero w 2002 roku. Na rysunku 1 przedstawiono uzysk energetyczny z zastosowania systemów słonecznych w Polsce od 2002 do 2009 roku.



Rys. 1. Pozyskanie energii słonecznej w Polsce w latach 2002-2009 wg danych GUS [4]

Fig. 1. Solar energy gain in Poland, 2002-2007, according to Central Statistical Office of Poland data [4]

Przewiduje się dalszy wzrost udziału odnawialnych źródeł energii na polskim rynku energetycznym, zgodnie z Dyrektywą 2009/28/WE oraz wymaganiami stawianymi Polsce na mocy pakietu klimatycznego „3x20”, przyjętego przez Parlament Europejski w 2008 roku. Planowane udziały źródeł odnawialnych do 2020 roku wynoszą odpowiednio 20% dla Europy (kraje „starej” Unii Europejskiej) oraz 15% dla Polski [1, 5, 6].

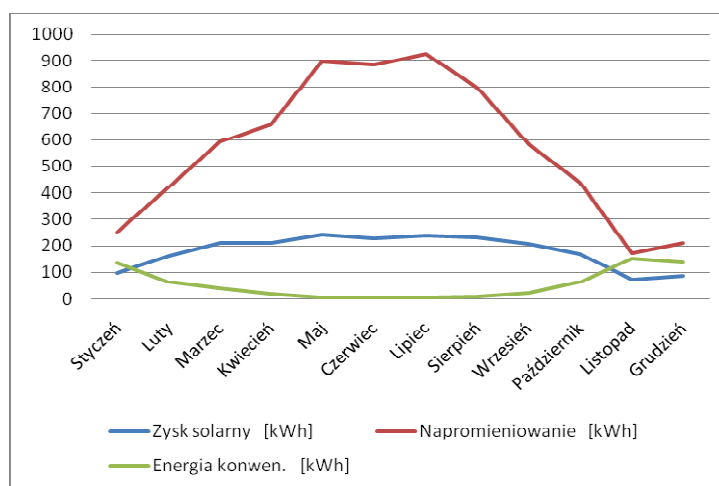
Analiza środowiskowa systemu podgrzewu c.w.u.

Problematyka oceny cyklu życia systemów solarnych, w szczególności kolektorów słonecznych, jest podejmowana w wielu pracach naukowych [7-10]. Ich autorzy koncentrują się w większości na procesach wytwórczych i fazie instalacyjnej systemu,

podkreślając konieczność środowiskowej oceny tych procesów. W niniejszym artykule główny nacisk położony został na warunki lokalne, osiągnięty uzysk mocy oraz korzyści środowiskowe związane z fazą użytkowania instalacji w stosunku do systemu tradycyjnego.

Analizę przeprowadzono dla istniejącej instalacji podgrzewu c.w.u. w budynku jednorodzinnym zlokalizowanym w miejscowości Kamionka. W skład instalacji wchodzi: 3 kolektory próżniowe o łącznej powierzchni 6,04 m², zasobnik c.w.u. o pojemności 300 dm³ z grzałką elektryczną, zespół przewodów i armatury oraz automatyka. Kolektory usytuowane są na południowej połaci dachu budynku o kącie nachylenia 45° w sposób nieruchomy. Alternatywą dla podgrzewu wody jest wykorzystanie energii elektrycznej. Dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. przyjęto na poziomie 140 dm³.

Na podstawie danych dotyczących instalacji oraz danych klimatycznych oszacowano zarówno średni miesięczny uzysk mocy dla instalacji solarnej (rys. 2), jak również pokrycie zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową z kolektorów słonecznych, które wyniosło 77% w perspektywie rocznej. W miesiącach letnich uzysk z kolektorów słonecznych pokrywał ponad 99% zapotrzebowania całkowitego, co oznacza, że w praktyce dogrzewanie wody grzałką elektryczną nie było konieczne, gdyż jej temperatura nieznacznie różniła się od projektowanych 55°C.



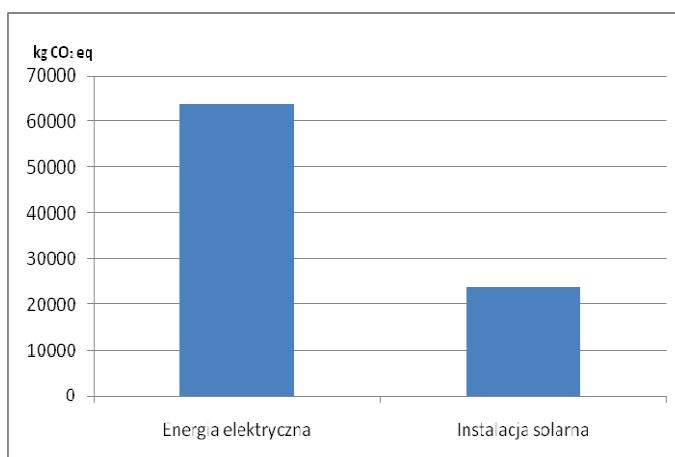
Rys. 2. Uzysk energetyczny z instalacji solarnej do podgrzewu c.w.u. w stosunku do napromieniowania oraz zużytej energii konwencjonalnej [opracowanie własne]

Fig. 2. Energy gains from solar installation for water heating against the radiation and conventional energy usage [own results]

Analizę skutków środowiskowych zastosowania instalacji solarnej w domu jednorodzinnym przeprowadzono z wykorzystaniem *oceny cyklu życia* (LCA) oraz metody szacowania wpływów środowiskowych *Global Warming Potential* (potencjał tworzenia globalnego ocieplenia, GWP). Do stworzenia schematu cyklu życia instalacji wykorzystano oprogramowanie SimaPro 7.2 oraz dostępne bazy danych inwentaryzacyjnych. Założono 20-letni czas użytkowania systemu.

Porównano emisyjność z procesów produkcji i użytkowania instalacji solarnej oraz wykorzystania energii elektrycznej produkowanej w elektrowni węglowej. Wyniki porównania obejmują emisję prekursorów globalnego ocieplenia, a zatem ditlenku węgla, metanu, tlenku azotu, freonów. W zależności od wybranej metody (GWP w perspektywie 20, 100 lub 500 lat, tutaj - 20) związkom tym przyporządkowuje się przeliczniki, stanowiące o ich potencjale w tworzeniu efektu globalnego ocieplenia. Związkiem bazowym jest CO₂ z faktorem 1, stąd też jednostka - kg CO_{2eq}. Przykładowe przeliczniki dla GWP₂₀ wynoszą 26 dla metanu i 280 dla tlenku azotu, stąd też znaczące ilości ekwiwalentów CO₂ w przypadku wykorzystania energii elektrycznej [11].

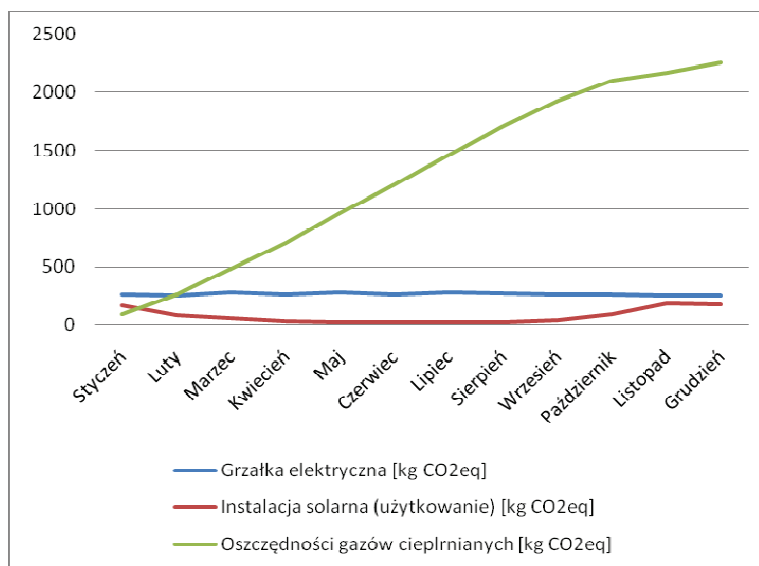
Oszacowano potencjalną wartość emisji CO_{2eq} w przypadku wykorzystania wyłącznie energii elektrycznej produkowanej ze spalania węgla kamiennego jako ponad 2-krotnie większą niż w przypadku zastosowania instalacji solarnej, włączając jej wytworzenie (rys. 3). Oznacza to, że zastosowanie instalacji solarnych do podgrzewania c.w.u. znacząco wpływa na ograniczenie poziomu emisji gazów cieplarnianych.



Rys. 3. Emisja CO_{2eq} w perspektywie 20 lat z procesów podgrzewu c.w.u. dla potrzeb budynku jednorodzinnego [opracowanie własne]

Fig. 3. Emission of CO_{2eq} from water heating for a detached house needs in 20 years perspective [own results]

Na podstawie wskaźników emisyjności dokonano także szacunkowych obliczeń oszczędności emisji gazów cieplarnianych z analizowanej instalacji w perspektywie jej jednorocznego użytkowania (pominięto tutaj nakłady na procesy produkcji urządzeń). W związku z technologią wykorzystaną w instalacji solarnej jej działanie wymaga również pewnych nakładów energetycznych (zasilenie pomp, sterowników, dogrzewanie wody grzałką elektryczną w miesiącach o mniejszym nasłonecznieniu). Niemniej jednak, jak wynika z rysunku 4, nakłady te są znacznie mniejsze niż w przypadku wykorzystania wyłącznie grzałki elektrycznej. W związku z powyższym sumaryczne oszczędności emisji gazów cieplarnianych przejawiają wyraźną tendencję wzrostową.



Rys. 4. Emisja CO₂eq w perspektywie jednorocznej z procesów podgrzewania c.w.u. na potrzeby budynku jednorodzinnego [opracowanie własne]

Fig. 4. Emission of CO₂eq from water heating for a detached house needs in 1 year perspective [own results]

Wnioski

Rozwój energetyki słonecznej stanowi dla mało uprzemysłowionej Lubelszczyzny interesującą perspektywę w szczególności z uwagi na sprzyjające warunki klimatyczne. Z przedstawionych w niniejszym artykule danych wynika, że instalacje solarne są ekologicznym i niskoemisyjnym źródłem energii do podgrzewania ciepłej wody użytkowej. Informacje częściowo pochodzą z danych literaturowych, jednak uzyskane wyniki obliczeń będą stanowiły wstęp do ich empirycznej weryfikacji. Autorzy przewidują zastosowanie metodologii oceny cyklu życia dla konkretnych rozwiązań materiałowych i systemowych w ogrzewnictwie i produkcji ciepłej wody użytkowej z energii słonecznej z uwzględnieniem warunków lokalnych.

Zastosowanie oceny cyklu życia w przypadku systemów energetycznych ma na celu poszerzenie wiedzy ich użytkowników oraz potencjalnych inwestorów dotyczącej wybranej technologii. Sprzyja to podejmowaniu decyzji o zastępowaniu przestarzałych technologii nowoczesnymi ekologicznymi rozwiązaniami, a poprzez to ograniczaniu emisji zanieczyszczeń do środowiska i zmniejszeniu poziomu zużycia paliw kopalnych. Są to bardzo istotne zagadnienia nie tylko z perspektywy ochrony środowiska, ale i wdrażania koncepcji zrównoważonego rozwoju - dla dobra obecnych i przyszłych pokoleń.

Literatura

- [1] Pawłowski A.: Sustainable Development as a Civilizational Revolution. A Multidisciplinary Approach to the Challenges of the 21st Century. CRC Press, Taylor & Francis Group, a Balkema, Boca Raton, London, New York, Leiden 2011, pp. 230.

- [2] Żelazna A. i Pawłowski A.: *The environmental analysis of insulation materials in the context of sustainable buildings*. Selected papers of 8th International Conference Environmental Engineering. Energy for Buildings, 2011, **2**, 825-829.
- [3] Pawłowski A.: *Sustainable energy as a sine qua non condition for the achievement of sustainable development*. Problemy Ekorozwoju, 2009, **4**(2), 3-7.
- [4] www.stat.gov.pl (29.07.2011).
- [5] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady Europy 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych.
- [6] Popczyk J.: *Ocena potencjału realizacji celów Pakietu 3x20, w szczególności w aspekcie redukcji emisji za pomocą różnych technologii*. Zmiany klimatu - wyzwania dla gospodarki, 2009, **4**, <http://csm.org.pl/>
- [7] Ardente F., Beccali G., Cellura M. i Lo Brano V.: *Life cycle assessment of a solar thermal collector*. Renew. Energy, 2005, **30**, 1031-1054.
- [8] Masruroh N.A., Li B. i Klemes J.: *Life cycle analysis of a solar thermal system with thermochemical storage process*. Renew. Energy, 2006, **31**, 537-548.
- [9] Carsson B.: *Suitability analysis of selective solar absorber surfaces based on a total cost accounting approach*. Solar Energy Mater. Solar Cells, 2007, **91**, 1338-1349.
- [10] Gaidajis G. i Angelakoglou K.: *Assessment of the environmental impacts deriving from the life cycle of a typical solar water heater*. J. Eng. Sci. Technol. Rev., 2011, **4**(1), 92-95.
- [11] Metz B., Davidson O.R., Bosch P.R., Dave R. i Meyer L.A. (Eds.): Summary for Policymakers. IPCC, Climate Change 2007: Mitigation, <http://www.ipcc.ch>.

ENVIRONMENTAL BENEFITS FROM SOLAR SYSTEMS - THE EXAMPLE OF DETACHED HOUSE

Faculty of Environmental Engineering, Lublin University of Technology

Abstract: The necessity to reduce energy consumption from conventional sources is one of the most important requirements of the sustainable development concept. That is why renewable energy sources, like sun energy, become more and more popular in many applications. The most commonly used systems are *Solar Hot Water* (SHW) and *Photovoltaics* (PV) for electricity production. This paper presents the results of environmental analysis of the possibility to use SHW system in detached house located in Lublin, Poland. The comparison of traditional methods of water heating with the alternative technologies like sun energy shows the environmental benefits from solar systems. The methods used for analysis are the basis of *Life Cycle Assessment* (LCA) and *Global Warming Potential* (GWP). The GWP method was used to appoint the amounts of CO₂ emitted to environment in every examined process.

Keywords: environmental analysis, Global Warming Potential, solar systems